

Universidade de Lisboa



**Desenvolvimento de modelos tridimensionais para o ensino e
aprendizagem da Geometria Descritiva no Ensino Profissional**

Paula Leonor Martins de Moraes

Mestrado em Ensino de Artes Visuais

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada
orientado pela Professora Doutora Odete Rodrigues Palaré

2017

Para a minha sobrinha...

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais pela infinita paciência que têm comigo e pelo apoio incondicional em todas as minhas escolhas ao longo da vida.

Quero agradecer ao Professor Cooperante, o professor Luís Pinto, por me ter acolhido com um enorme vontade de me ensinar a ser uma melhor professora. Agradeço à Professora Doutora Odete Palaré o seu apoio ao longo deste percurso.

Agradeço aos alunos por me terem cativado a aprender mais sobre Geometria e encontrar várias formas de a explicar. Agradeço a colaboração do professor Luís Bento.

Agradeço ao Professor Cristóvão, ao João Rocha mas principalmente ao João Costa pela ajuda crucial neste projeto.

Agradeço ao Bruno pela ajuda no suporte digital e à Professora Filomena Neves pelas notas de correção.

Agradeço aos meus colegas de mestrado que me ajudaram mas sobretudo à Ana Marta pelo companheirismo e pela partilha que demonstra todos os dias. Agradeço a todos os que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste projeto.

Resumo

O presente relatório é o resultado do Projeto Pedagógico desenvolvido e implementado no âmbito da Iniciação à Prática Profissional, do Mestrado em Ensino de Artes Visuais da Universidade de Lisboa, do 3.º ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário.

Este projeto foi implementado na Escola Secundária Adelaide Cabette, em Odivelas, numa turma do Curso Profissional de Design de Equipamento, do 12.º ano de escolaridade.

O tema trabalhado neste relatório faz parte do currículo da disciplina de Geometria Descritiva B, mais concretamente o módulo 6 - secções de sólidos.

Embora os alunos tenham uma faixa etária muito diversificada, foi possível identificar algumas dificuldades de aprendizagem no decorrer das observações realizadas, que acabaram por influenciar os materiais e recursos desenvolvidos especificamente para dar estas aulas, nomeadamente materiais didáticos impressos em 3D e exercícios em formato digital.

A estratégia pedagógica utilizada teve como objetivo apresentar um modelo que privilegiasse uma aprendizagem que correspondesse à necessidade de apresentar conteúdos significativos para o aluno, considerando o contexto e a estrutura cognitiva prévia, e valorizando sobretudo a aprendizagem do aluno, de acordo com a simulação do real através de modelos tridimensionais, que facilitassem a transposição do real para o papel, ou seja, do tridimensional para o bidimensional.

Os resultados obtidos revelam que a utilização de materiais didáticos para o ensino da Geometria Descritiva ajuda os alunos na aprendizagem, particularmente na visualização espacial dos exercícios, mas também foi possível concluir que a linguagem tecnológica utilizada para a implementação do projeto criou uma maior proximidade com os alunos.

Palavras-chave: Geometria Descritiva; Didática da Geometria Descritiva; Modelos didáticos; Secções de sólidos; Ensino Profissional; Design

Abstract

This report is the result of the Pedagogical Project developed and implemented under the Professional Practice Initiation of the Master's of Arts in Teaching of Visual Arts at Lower and Upper Secondary Education, at the Lisbon University.

This project was implemented at Adelaide Cabette Secondary School in Odivelas, in a class of the Professional Course of Equipment Design.

The subject developed in this report is part of the discipline of Descriptive Geometry B's curriculum, more concretely of the module 6 - Sections of solids.

Although the students had a very diverse age range, it was possible to identify some learning difficulties in the course of the observations that have influenced the materials and resources developed specifically to give these classes, namely teaching materials printed in 3D and exercises in digital format.

The pedagogical strategy used had as objective to present a model that focus on a learning that corresponded to the need to present significant contents to the student, considering the context and the previous cognitive structure, and valuing the student's learning mainly, according to the simulation of reality through three-dimensional models, that facilitated the transposition of the concrete on to paper, in other hands, from three-dimensional to two-dimensional.

The results obtained reveal that the use of didactic material for the teaching of Descriptive Geometry helps the students in learning, particularly in the spatial visualization of the exercises, but it was also possible to conclude that the technological language used for the implementation of the project created a greater proximity to the students.

Key-Words: Descriptive Geometry; Teaching Descriptive Geometry; Didactic Models; Sections in Solids; Professional Training; Design.

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract.....	vii
Índice	ix
Índice de figuras.....	xii
Índice de tabelas.....	xv
1 Introdução	1
1.1 Apresentação do estudo.....	1
1.2 Justificação do tema.....	2
1.3 Motivações iniciais.....	3
1.4 Objetivos da investigação.....	4
1.5 Metodologia.....	5
1.6 Estrutura do relatório	6
2. Caraterização do meio escolar	7
2.1 A escola como um lugar multicultural, onde todos crescem em harmonia ..	7
2.2 Contexto histórico da Escola	7
2.3 Método educativo	8
2.4 Projeto educativo.....	9
2.4.1 Visão.....	10
2.4.2 Missão	11
2.4.3 Lógicas	11
2.5 Localização	12
2.5.1 Freguesia de Odivelas, cidade e sede do concelho	12
2.5.2 Características geomorfológicas	13
2.5.3 Características urbanas	13
2.5.4 Características económicas	14
2.5.5 Património e instituições culturais e desportivas	14
2.5.6 Naturalidade da população residente.....	15

2.5.7 Estrutura etária	15
2.5.8 Nível de escolaridade.....	16
2.6 Contexto histórico da Escola	16
2.6.1 Curso Profissional Técnico de Design de Equipamento	18
2.7 Caracterização do Agrupamento	18
3. Fatores determinantes na aprendizagem	21
3.1 Motivação	21
3.2 Multiculturalidade no contexto social	23
3.3 Abandono escolar.....	24
3.3.1 Será que existe uma escola para todos?	26
3.3.2 Alunos com dificuldades de aprendizagem e/ou com problemas de comportamento.....	26
3.3.3 Estratégias a utilizar no ensino profissional.....	27
3.4 Desenvolvimento cognitivo na adolescência.....	28
3.5 Aprendizagem e ensino como Processamento de Informação	29
4. Conteúdos.....	33
4.1 História da Geometria.....	33
4.1.1 Factos históricos da Geometria.....	35
4.1.2 A disciplina de Geometria Descritiva	37
4.2 Ensino Profissional – breve cronologia	38
5. Recurso aos <i>softwares</i> de representação gráfica	43
5.1 Programas auxiliares para a construção dos modelos.....	43
5.1.1 <i>AutoSketch</i>	43
5.1.2 <i>AutoCad</i>	44
5.1.3 <i>PowerPoint</i>	45
5.2 Impressão 3D	45
5.3 Os laboratórios de fabricação digital.....	49
5.3.1 O Project Labb	50
5.3.2 Objetivos do Project Labb	52
6. Intervenção pedagógica.....	53
6.1 Caracterização da turma	53
6.2 Espaço da sala de aula	54

6.3 Planificação global da disciplina	55
6.4 Funcionamento das aulas.....	56
6.5 Recursos e materiais disponíveis para a leção da disciplina	57
6.5.1 Material necessário por parte dos alunos na prática da Geometria Descritiva.....	59
6.6 Desenvolvimento dos materiais didáticos para secções de sólidos	60
6.6.1 Estruturação do problema	60
6.7 Intervenção.....	66
6.7.1 Unidade lecionada	66
6.7.2 Relatório	66
6.7.3 Sólidos realizados em <i>AutoCad</i> pelos alunos.....	71
6.8 Planificação	73
7. Avaliação	75
7.1 Critérios de avaliação	75
7.2 Avaliação do trabalho desenvolvido	77
7.3 Questionários	80
8. Conclusão	87
8.1 Considerações	87
8.2 Reflexões finais	88
8.3 Futuros desenvolvimentos.....	89
Bibliografia	91
Anexos.....	95

Índice de figuras

figura 1 - adelaide cabette (fonte: http://lagosdarepublica.wdfiles.com/local--files/adelaidecabete/adelaidecabete.jpg)	8
figura 2 - mapa do concelho de odivelas (fonte: http://www.cm-odivelas.pt).	13
figura 3 - características da população e alojamento (fonte: http://www.cm-odivelas.pt/index.php/concelho/90-caracterizacao).	14
figura 4 - centro cultural da malaposta (fonte própria).	15
figura 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 - vista exterior da escola, portaria; pavilhão da administração; ginodesportivo; pátio exterior; vista do interior do pavilhão; espaço verde e espaço exterior (fonte: fotos cedidas pelo professor cooperante).	17
figura 13 - modelo de processamento da informação humana (baseado: na citação por dembo,1988 de mayer,1981)	31
figura 14 - representação da perspetiva (fonte: https://www.researchgate.net/figure/312605716_fig16_figure-51-man-drawing-a-lute-by-albrecht-durer-1525-in-this-drawing-durer).	33
figura 15 - papiro rhind ou papiro de ahmes,1600 a.c. (fonte: http://gentequepesquisa.blogspot.pt/2007/05/matemtica-trigonometria-tringulo.html).....	35
figura 16 - vaso do início do séc. V a. C. Em que o pintor representa diferentes músicos (fonte: https://homepage.univie.ac.at/elisabeth.trinkl/forum/forum0913/68mythos.htm).	36
figura 17 - representação bidimensional segundo o método de monge (fonte: pararé, 2013, p.47).	37
figura 18 - vista do menu do programa autodesk (fonte própria).....	44
figura 19 - sólidos desenhados em sala de aula pelos alunos (fonte própria).	45
figura 20 - desenhos realizados em autocad pelos alunos (fonte própria).	45
figura 21 - o programa <i>powerpoint</i> foi a base para a organização dos exercícios passo a passo (fonte própria).	45
figura 22 - sapatos impressos a 3d (fonte: http://martee paraosfracos.blogspot.pt/2014/12/estudio-de-design-desenvolve-vestido-em.html).	46
figura 24 - instrumento musical impresso a 3d (fonte: https://allaxess.com/news/odd-guitars-aims-make-music-3d-printing-technology/).....	47
figura 23 - vestido impressos em impressoras 3d (fonte: http://livingshoes.blogspot.pt/2015/09/).	47
figura 25 - impressão de material de assistência médica adaptado ao corpo humano (fonte: http://latest-fulldownload.blogspot.pt/2015/05/3d-printing-will-change-world-that-we.html) ..	49
figura 26 - impressão 3d de próteses (fonte: https://whatscreativeluc.blogspot.pt/2014/04/personalized-prosthetics-from-awkward.html).49	
figura 27 - laboratório de prototipagem (fonte: catálogo de design de equipamento da fba-ul).	51

figura 28 - workshops de introdução à fabricação industrial (fonte: catálogo de design de equipamento da fbal)	51
figura 29 e figura 30 - vista global da sala de aula (fonte própria).	54
figura 31 - exercício desenhado pelo professor cooperante a giz de cor (fonte própria).	58
figura 32 - sala de aula no quotidiano (fonte própria).	58
figura 33 - exemplo de caderno diário (fonte: própria).	59
figura 34 - materiais didáticos já existentes no mercado (fonte: própria).	60
figura 35 - cone em acrílico com secções a cores (fonte própria).	60
figura 36 - objetos impressos em 3d para a realização deste projeto (fonte própria).	61
figura 37 - estudo prévio para a realização dos planos de secção (fonte própria).	62
figura 38 - comparação entre o primeiro modelo e os outros (fonte própria).	62
figura 39 - impressora 3d em funcionamento (fonte própria).	63
figura 40 - imperfeições do objeto impresso (fonte própria).	63
figura 41 - sólido impresso na impressora makerbot (2013), (fonte própria).	64
figura 42 - sólido impresso na makerbot (2013), já colado (fonte própria).	64
figura 43 - placas acrílicas espelhadas (fonte própria).	65
figura 44, 45, 46 e 47 - imagens do vídeo apresentado em aula (fonte: http://mariajoaomuller.com/gda/ano/11/manual/exercicio.php?id=362&num=1&tpl=11).	67
figura 48 - pirâmide pentagonal seccionada por plano horizontal (fonte própria).	68
figura 49 - pirâmide quadrangular seccionada por um plano frontal (fonte própria).	68
figura 50 - prima triangular seccionado por um plano frontal (fonte própria).	69
figura 51 - prisma triangular oblíquo (fonte própria).	69
figura 52 e figura 53 - representam diferentes formas que os alunos desenvolveram para desenharem os objetos tridimensionais.	72
figura 54 - intervenção na sala de desenho assistido por computador (fonte própria).	72
figura 55 - participação dos alunos em sala de aula (fonte própria).	75
figura 56 - exercício prático n.º 3 realizado pela aluna s (fonte própria).	78
figura 57 - exercício prático n.º 4 realizado pela aluna d (fonte própria).	79
figura 58 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 1 do questionário (fonte: própria).	80
figura 59 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 2 do questionário (fonte: própria).	81
figura 60 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 3 do questionário (fonte: própria).	81
figura 61 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 4 do questionário (fonte: própria).	82
figura 62 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 5 do questionário (fonte: própria).	83
figura 63 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 6 do questionário (fonte: própria).	83

figura 64 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º7 do questionário (fonte: própria).	84
figura 65 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 8 do questionário (fonte: própria).	84
figura 66 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 9 do questionário (fonte: própria).	85
figura 67 - resultado das respostas da turma à pergunta n.º 10 do questionário (fonte: própria).	85

Índice de tabelas

tabela 1 - grupo etário à data dos últimos censos 2011 baseado na página http://www.ine.pt	15
tabela 2 nível de escolaridade mais elevado completo baseado na página http://www.ine.pt	16
tabela 3 disciplinas do curso profissional técnico de design de equipamento (fonte: documentação do curso).	18
tabela 4 - escolas que constituem o agrupamento nº4 de odivelas (fonte: proposta educativa do agrupamento n.º4 de odivelas).	19
tabela 5 - oferta educativa (fonte: proposta educativa do agrupamento n.º 4 de odivelas). .	19
tabela 6 - número de alunos por turma no ensino secundário e no ensino profissional na esac (fonte: documento totais de alunos do agrupamento n.º 4 de odivelas).	20
tabela 7 - estádios do desenvolvimento cognitivo.	28
tabela 8 - percentagem da população do grupo etário 20-24 anos que complementou pelo menos o ensino secundário (12.º ano) entre 2001 a 2011.	39
tabela 9 - planificação geral 2015/2016 a 2016/2017 (fonte: documentos disponibilizados pelo professor cooperante).	56
tabela 10 - sumários das aulas (fonte própria).	66
tabela 11 - planificação das 12 aulas (fonte própria)	73
tabela 12 - critérios de avaliação do grupo 600 na esac (fonte: documento referente aos critérios de avaliação).	76
tabela 13 - avaliação dos trabalhos práticos (fonte própria).	77

1 Introdução

1.1 Apresentação do estudo

Este relatório, intitulado como “Desenvolvimento de modelos tridimensionais para o ensino e aprendizagem da Geometria Descritiva no Ensino Profissional”, resulta do trabalho desenvolvido com alunos do Ensino Profissional, Curso de Design de Equipamento, particularmente com o módulo 6 – secções de sólidos, com uma exploração de materiais e de recursos desenvolvidos com as novas tecnologias, nomeadamente modelos tridimensionais resultado de impressões 3D e de aulas construídas digitalmente desenvolvidos anteriormente em formato digital.

Na primeira fase de observação dos alunos nesta disciplina, desde fevereiro de 2016 (11.º ano) fui acolhida pelo professor cooperante com grande entusiasmo, sempre aberto a novos desafios e com um gosto inato para lecionar a disciplina de Geometria Descritiva.

A planificação deste módulo foi realizada em parceria com o professor cooperante com o objetivo de realizar uma maior adequação das estratégias e métodos de ensino a implementar, numa ótica de manutenção da estabilidade da turma.

O presente trabalho acabou por ser realizado com uma turma de 12.ºano na disciplina de Geometria Descritiva B, do Ensino Profissional, na Escola Secundária Adelaide Cabette (ESAC), em Odivelas.

Na planificação curricular procuramos desenvolver um modelo de aprendizagem que correspondesse às necessidades, cujos conteúdos teóricos tivessem significado para os alunos, uma vez que esta tem um elevado número de desistências por insucesso, que no caso do Ensino Profissional levanta outro tipo de problemas, uma vez que tem um plano rigoroso que tem de ser cumprido. Intrinsecamente ligado à falta de bases relativamente ao desenho técnico, os alunos têm muita dificuldade não só no processo de desenhar figuras planas como também no tratamento dos diferentes tipos de traço. As dificuldades de aprendizagem são motivadas, muitas vezes, pela falta de segurança, característica própria dos alunos destas faixas etárias.

A aquisição deficitária de bases impostas pelo programa de Geometria Descritiva B, com o recurso ao pensamento abstrato é cada vez mais complexo para uma geração que nasce com o fácil acesso às novas tecnologias, revelando

uma grande facilidade no plano bidimensional, mas grandes fragilidades no plano tridimensional, particularmente com os objetos reais.

O raciocínio, a criatividade e o processamento simultâneo da informação são a base do pensamento abstrato, características que fazem parte da inteligência humana, mas que são cada vez menos trabalhadas no ensino.

Com o prosseguir deste projeto os alunos tiveram necessidade de criar um novo projeto, em parceria com o professor de Desenho Assistido por Computador, onde tiveram oportunidade de realizar em *AutoCad* as imagens dos sólidos desenvolvidos nos exercícios das aulas de Geometria Descritiva.

1.2 Justificação do tema

O estudo foi realizado no 12.º ano de escolaridade no Ensino Secundário na Escola Secundária Adelaide Cabette no ano letivo de 2016/2017.

Com este módulo pretendemos realizar uma conjugação de factos entre a aprendizagem e a importância da visualização no espaço, desenvolvendo capacidades de comunicação entre os alunos.

Para fundamentar e encontrar respostas para os resultados obtidos houve necessidade de fazer uma revisão bibliográfica sobre temas como a motivação, a multiculturalidade, o abandono escolar, o ensino profissional, as fases do desenvolvimento cognitivo e também de estabelecer uma base de conhecimento sobre a aprendizagem como processamento de informação.

A Geometria Descritiva deve ser a base para um desenho cuidado, mas acima de tudo compreendido pelos alunos. A observação de aulas desde 2016 permitiu constatar que os alunos tinham grandes dificuldades na visualização espacial, que levaram a uma reflexão sobre a utilização de outros materiais didáticos, que facilitassem a compreensão das matérias a lecionar. Esta problemática conduziu ao desenvolvimento de um conjunto de materiais didáticos que se considerou eficazes para transmitir os conhecimentos nas aulas propostas, uma vez que os materiais didáticos existentes encontravam-se em número reduzido e em mau estado. Assim sendo, com o apoio do Project Labb da Faculdade de Belas Artes da Universidade de Lisboa, foi desafiante desenvolver novos recursos através das novas tecnologias, que permitissem aos alunos entender no plano real os exercícios desenvolvidos bidimensionalmente.

1.3 Motivações iniciais

Desde fevereiro de 2016, foi possível assistir e observar as aulas de Geometria Descritiva desta turma, correspondente ao 11.º ano, do Curso Profissional de Técnico de Design de Equipamento, o que permitiu um maior conhecimento deste grupo, aspeto que acabou por facilitar a implementação das aulas.

Ao longo do tempo existiu um acompanhamento individual e global da turma, que embora muito heterogénea a nível etário e de conhecimentos específicos da disciplina, as diferenças foram sendo atenuadas com o tempo. Neste curso profissional, como o acontece numa grande parte destes cursos com uma grande componente prática, os alunos são divididos em dois grupos, o que faz com que nas aulas teóricas haja uma divisão visível, que se foi esvanecendo com o tempo. Com um grande empenho e motivação por parte do professor cooperante foi possível tornar este grupo mais coeso e mais unido.

No decorrer do ano letivo de 2015/2016, o professor cooperante aceitou a presença nas suas aulas, salientando que estas funções são de carácter voluntário, revelando um grande sentido de partilha da sua prática pedagógica. Desde logo percebeu-se que da parte do professor existiu sempre uma enorme entrega ao seu trabalho, que o faz com uma dedicação inigualável, a partilha dos seus documentos essenciais para o ensino da matéria, assim como, todos os documentos orientadores na lecionação do módulo 6.

Ao observar estas aulas foi possível entender que a criação de laços afetivos é um grande desafio para o professor, pois o estabelecimento de uma relação com os alunos é algo que tem de partir do professor, que não só tem a capacidade para ensinar como também de motivar os alunos. De facto as expectativas foram superadas logo no final do 11.º ano, onde a maior parte das notas subiram, considerando o grande historial de retenções.

Houve também a possibilidade de assistir a outras disciplinas, mas rapidamente entendeu-se que seria mais útil assistir às aulas do professor Luís Pinto, que com a sua dedicação, certamente seria uma valiosa aprendizagem como futura professora.

No decorrer do 1.º semestre do 2.º ano do Mestrado a Professora Orientadora levou-nos a visitar o Project Labb, que acabou por despertar uma enorme vontade de produzir novos materiais didáticos, sendo que a formação inicial de Design era essencial para colocar a veia criativa a funcionar. A falta de material didático nas escolas, foi determinante e ao mesmo tempo motivadoras para o desenvolvimento

deste projeto, considerando que o professor cooperante improvisava sempre com objetos do dia-a-dia para dar as suas aulas.

Com os materiais existentes no Project Labb, particularmente as impressoras 3D, surgiu a ideia de construir objetos mais apelativos com a ajuda das novas tecnologias. Longe de conseguirmos uma perfeição imediata dos sólidos, mesmo assim, pode funcionar como um material didático realizado pelo professor e feito à escala desejada.

A implementação dos sólidos na sala de aula permitiu aos alunos entender que com o conhecimento que já adquiriam no programa *AutoCad* 3D, poderiam também fazer os seus sólidos, e assim contribuir para que no ano seguinte já pudessem ser usados nas aulas de Geometria Descritiva.

Com a ajuda do professor da disciplina de Desenho Assistido por Computador, Professor Luís Bento, em parceria com a Geometria Descritiva B foi possível realizar novos desenhos que contribuíram para a realização de novos modelos 3D.

E, através do programa *AutoSketch* foi possível realizar passo a passo os exercícios que foram propostos, para desenvolver as aulas de secções de sólidos.

1.4 Objetivos da investigação

Esta investigação tem como objetivo central criar autonomia na aprendizagem da Geometria Descritiva, de forma que os alunos sejam capazes de compreender a linguagem específica da disciplina, apresentando uma nova abordagem através da experimentação.

Para o entendimento da Geometria Descritiva existe uma relação que deve ser estabelecida entre a matéria (conteúdos) e as situações do dia-a-dia, para que haja uma ligação lógica para o aluno desenvolver o desejo de aprender, segundo o documento orientador para a disciplina. Por esse motivo foi determinante a utilização de modelos físicos tridimensionais para a aprendizagem na disciplina.

O estudo das fases do desenvolvimento cognitivo, no âmbito da fundamentação teórica apresentada neste relatório, permitiram entender algumas atitudes, por vezes menos boas, por parte dos alunos, que conduziram ao entendimento entre professor e alunos de forma a promover uma relação saudável.

A relação que existe entre professores e alunos é um fator determinante para o sucesso dos alunos, e de certa forma relacionada com a motivação para o ensino e a aprendizagem. Um bom planeamento e organização das aulas são estimulantes para o aluno refletindo numa diminuição do abandono escolar e estímulo

motivacional, características sempre presentes na construção e implementação deste projeto pedagógico.

O envolvimento de professores e alunos numa aprendizagem cooperativa é um aspeto bastante relevante na implementação deste projeto, permitindo aos professores realizar o seu trabalho com um esforço moderado, para atingir os objetivos inicialmente estabelecidos.

Outro dos objetivos deste relatório tem por base o estudo do desenvolvimento cognitivo diretamente relacionado com a aprendizagem e o ensino como processamento da informação e a motivação.

1.5 Metodologia

Quanto à metodologia do relatório apresentado divide-se essencialmente em duas partes. A primeira dedicada à fundamentação teórica, faz um enquadramento ao nível da caracterização do meio escolar, fatores determinantes na aprendizagem, apresentação dos conteúdos, tanto ao nível histórico como do currículo, e os recursos utilizados na construção do projeto pedagógico. Numa segunda parte é apresentado o projeto pedagógico e os resultados obtidos.

Particularmente, na forma como o projeto foi construído, foi selecionado um Módulo que correspondeu ao ensino de secções de sólidos, onde foi possível desenvolver uma ligação entre o meio e a unidade didática através de uma pequena animação. Posteriormente foram apresentados aos alunos os modelos didáticos desenvolvidos no Project Labb, seguido do exercício realizado passo a passo, para conseguissem ver como o exercício fica a 3D.

Portanto, após uma observação cuidada e discutida do que acontece em 3D os alunos foram convidados a representar no seu caderno o exercício de forma a estarem todos no mesmo nível de conhecimento do exercício, tendo sido disponibilizada posteriormente uma ajuda personalizada da parte do professor. Em todo este procedimento foi possível estabelecer um ambiente favorável, de forma a estabelecer uma relação com interesse pela disciplina, despertando curiosidade, aspeto que facilitou todo o processo de ensino e aprendizagem.

1.6 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em oito capítulos, organizado segundo as normas propostas pelo Instituto de Educação.

No primeiro capítulo temos uma visão geral e introdutória do desenvolvimento do relatório. No segundo é apresentada uma caracterização do meio escolar dando uma visão geral onde está inserida a escola. No terceiro são apresentados alguns fatores considerados determinantes na aprendizagem da Geometria Descritiva, nomeadamente a motivação, devido à grande variedade de idades, bem como da representatividade multicultural, como fatores dissuasores do abandono escolar. O quarto faz uma contextualização histórica da geometria e do ensino profissional. O quinto capítulo apresenta mais detalhadamente os recursos utilizados neste projeto pedagógico, particularmente os *softwares* de representação gráfica utilizados na componente letiva, assim como os utilizados no Project Labb para impressão 3D. No sexto é apresentado o projeto pedagógico, que inclui a caracterização da turma e da sala de aula, a planificação da disciplina, bem como o relatório de cada uma das aulas.

O sétimo apresenta os resultados dos trabalhos desenvolvidos no âmbito do projeto pedagógico e uma avaliação do trabalho desenvolvido com os alunos. E finalmente a conclusão que inclui um resumo de cada capítulo, as considerações finais e os futuros desenvolvimentos.

No 8º capítulo temos um resumo do relatório, onde são dadas as considerações finais e a reflexão sobre projetos futuros nesta área de desenvolvimento na educação.

2. Caraterização do meio escolar

2.1 A escola como um lugar multicultural, onde todos crescem em harmonia

No contexto português, a escola pública é de todos, para todos e onde todos somos iguais. Devido ao contexto socioeconómico do nosso país, existe liberdade cultural dentro das escolas, pelo que hoje em dia é normal existirem numa só turma 7 ou 8 nacionalidades.

Vivemos num mundo cada vez mais multicultural e ao mesmo tempo cada vez mais global.

2.2 Contexto histórico da Escola

A Escola Secundária de Odivelas foi criada no ano de 1977, dando resposta ao crescente populacional da região, coexistia na região, como escola pública, com a Escola Preparatória Avelar Brotero (atual Escola Básica Avelar Brotero), e o Instituto Militar Feminino (o já extinto Instituto de Odivelas).

Inicialmente o corpo docente era constituído por 91 professores, lecionando os sétimos, oitavos (diurno e noturno) e nonos anos de escolaridade (apenas diurno).

No ano letivo de 1978/79, o número de turmas existente na Escola distribuía-se do seguinte modo: 14 turmas de 7.º ano, 22 turmas do 8.º ano, 9 turmas do 9.º ano e 5 do curso noturno. No mesmo ano, foi aberto o quadro a 43 professores efetivos e foram requisitados 27 professores.

Dez anos depois (1988/89) a escola tinha 3000 alunos, 220 professores e 51 elementos entre técnicos auxiliares de educação e pessoal administrativo.

Em 1999/2000 a escola sofre um decréscimo do número de alunos (que passa para 2010), possuindo 206 professores e 60 funcionários (administrativos e auxiliares de educação).

Comparativamente com os dados de 88/89, a diminuição do número de alunos na Escola apenas se verifica nos cursos noturnos, nos quais passa a vigorar o Sistema de Unidades Capitalizáveis, mantendo-se, aproximadamente, o mesmo número de alunos dos cursos diurnos.

O nome da escola foi recentemente alterado de Escola Secundária de Odivelas para Escola Secundária Adelaide Cabette em Odivelas.

Adelaide Cabette, conhecida por ser a “Feminista sem berço”, foi Médica Obstetra e Ginecologista, sendo que em 1900 foi a terceira mulher a licenciar-se em medicina em Portugal.



Figura 1 - Adelaide Cabette (fonte: <http://lagosdarepublica.wdfiles.com/local--files/adelaidecabete/adelaidecabete.JPG>)

Teve um precoce empenho na defesa dos direitos da criança e em 1924 começa a escrever um suplemento semanal no Jornal *A Batalha*, com um formato escrito e ilustrado. O combate ao alcoolismo e à prostituição era uma das muitas preocupações de Adelaide Cabette. Impulsiona a puericultura (como tratar do bebé) e implementa o ensino da puericultura no Instituto Feminino de Educação e Trabalho em Odivelas.

Foi a líder do Conselho Nacional das Mulheres Portuguesas (1914-1947), até à sua morte, em 14 de Setembro de 1935.

Defensora dos direitos da mulher, foi responsável pela legislação e implementação da licença pré-parto. Para Adelaide Cabette, as mães trabalhadoras com menos recursos deveriam ter o sustento assegurado no termo da sua gravidez.

Era uma Republicana assumida conseguindo votar em Angola apenas uma vez, acabando por falecer pouco tempo depois, deixando um grande marco nos direitos da mulher e da criança.

2.3 Método educativo

O agrupamento de escolas de Odivelas tem como valores de referência a liberdade, responsabilidade, justiça, solidariedade, tolerância e inclusão.

A escola não quer ter apenas um papel passivo na arte de ensinar mas sim de educar e formar cidadãos íntegros, através de princípios e regras de conduta.

O Método Educativo desta Escola também defende uma escola solidária, que incentiva o trabalho em equipa, e um convívio em harmonia e justiça, pois vivemos numa sociedade global, com intensos fluxos migratórios, o que torna necessário saber viver com a diferença e encontrar um equilíbrio entre as diferentes culturas. A inclusão não apaga as diferenças mas respeita-as e define um caminho de tolerância pela cultura do outro.

Outra linha presente neste Método assume escola, enquanto formadora de cidadãos, não compactuando com atitudes de cumplicidade de injustiças e de discriminação.

2.4 Projeto educativo

O regime de autonomia da administração e gestão dos estabelecimentos públicos da educação pré-escolar e dos ensinos básico e secundário é aprovado pelo Decreto-Lei n.º 75/2008, de 22 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 224/2009, de 11 de setembro, e pelo Decreto-Lei n.º 137/2012, de 2 de julho de 2012.

O “Projeto Educativo” como um dos instrumentos do exercício da autonomia de todos os agrupamentos de escolas e escolas não agrupadas, define-se como o

documento que consagra a orientação educativa do agrupamento de escolas ou da escola não agrupada, elaborado e aprovado pelos seus órgãos de administração e gestão para um limite de três anos, no qual se explicitam os princípios, os valores, as metas e as estratégias segundo os quais o agrupamento de escolas ou escola não agrupada se propõe cumprir a sua função educativa.

O Agrupamento de Escolas N.º 4 de Odivelas, com sede na Escola Secundária de Odivelas, resulta da união do Agrupamento de Escolas Avelar Brotero e da Escola Secundária de Odivelas. Com o objetivo de superar as suas dificuldades, procura dar resposta de forma integrada às necessidades de todos os ciclos de educação e ensino.

Este agrupamento visa muitos aspetos que abrangem realidades muito diversas, com crianças de três anos a jovens adultos ou de adultos em formação pós-laboral, reforçando a ideia de que pertencer a uma mesma instituição implica a partilha e o respeito por valores e princípios comuns, sem que isso signifique abdicar de um princípio essencial em qualquer relacionamento humano que é o respeito pela diferença.

Todo este projeto tem que ancorar no presente e permitir idealizar um futuro possível. Um futuro que vai sendo moldado pelo trabalho de cada dia, sabendo que é esse trabalho diário que dá forma ao Agrupamento.

A dimensão utópica e de esperança, em busca da realização concreta da escola do sonho é uma categoria essencial da teoria do projeto educativo de escola. Por outro lado, o senso de realismo crítico perante o contexto cultural, social, político, econômico, legal e escolar é também importante para que a escola conceba seu projeto de educação com a marca da possibilidade efetiva e viável e como horizonte e guia de sua ação coletiva e coerente. (Santos Filho, p. 1245.)

2.4.1 Visão

A visão é uma

imagem mental de um estado futuro, possível e desejável, da organização (...) tão vaga quanto um sonho, tão precisa como um alvo ou uma missão (...) uma visão de um futuro realista, credível e atrativo para a organização, com a condição de ser melhor em diferentes aspetos do que existe agora. (Bennis e Nanus, 1985, p.89)

A visão do Projeto Educativo do Agrupamento de Escolas n.º4 em Odivelas é uma escola para todos terem sucesso pretendendo-se, neste âmbito, implementar um plano global tendo sempre presente a diversidade de problemas inerentes a cada escola.

O Projeto Educativo é o primeiro grande instrumento de planeamento da ação educativa da escola, devendo por isso, servir permanentemente de ponto de referência e orientação na atuação de todos os elementos da Comunidade Educativa em que a escola se insere, em prol da formação de pessoas e cidadãos cada vez mais cultos, autónomos, responsáveis, solidários e democraticamente comprometidos na construção de um destino comum e de uma sociedade melhor.

Com este projeto, pretendemos fazer um diagnóstico dos constrangimentos e potencialidades da nossa escola e definir estratégias para colmatar e desenvolver o pretendido, as quais traçam as nossas linhas de atuação e servem de referência e garantia da coerência e eficiência do nosso plano de ação, nomeadamente:

1. Melhorar a qualidade dos níveis de sucesso e os resultados escolares em cada ano e ciclo.
2. Contribuir para a redução do abandono escolar.
3. Proporcionar as respostas adequadas às necessidades de apoio das crianças e dos alunos.

2.4.2 Missão

“Toda uma organização tem uma missão a cumprir”, pelo que a missão de um projeto educativo são as prioridades políticas descritas, tais como:

- Promoção da aquisição das competências essenciais para ingresso em cada ciclo escolar.
- Implementação de práticas de trabalho colaborativo em projetos interdisciplinares e interciclos.
- Diminuição do índice de absentismo dos alunos.
- Diminuição da taxa de abandono escolar.
- Acolhimento e acompanhamento das crianças e dos alunos com necessidades de apoio à aprendizagem e/ou de integração.

2.4.3 Lógicas

As lógicas do desejo ou seja são ideologias como mudanças de situações desejadas. Como diz no texto “Fazer da Escola um projeto”, de João Barroso, onde são valorizadas a dimensão simbólica do projeto da «racionalidade técnica», mas também a sua “dimensão operatória”. Deste modo, tanto pode ser um impulso de mudança como ter apenas um caráter fascinante mas que na realidade pode não dar para executar com clareza e precisão.

Como por exemplo:

1. Definição anual de índices de melhoria da qualidade dos níveis de sucesso e dos resultados escolares por disciplina, ano ou ciclo, tendo em conta os resultados obtidos no ano anterior;
2. Promoção do autoconhecimento das capacidades e competências dos alunos para a valorização das aprendizagens significativas;
3. Diagnóstico precoce das dificuldades de aprendizagem ou de integração das crianças e dos alunos;
4. Promoção da orientação escolar e profissional dos alunos;
5. Estabelecimento de planos de prevenção do absentismo e do abandono escolar de alunos em crise de integração, através da concertação entre todos os intervenientes no processo educativo;
6. Articulação entre os diferentes ciclos de educação e ensino;
7. Promoção da interdisciplinaridade dos saberes;
8. Implementação de atividades curriculares específicas para a aprendizagem do português como segunda língua;

9. Promoção da participação de pais e encarregados de educação no processo educativo.

2.5 Localização

O Agrupamento de Escolas n.º 4 de Odivelas situa-se na freguesia de Odivelas, cidade e sede do Concelho com o mesmo nome.

Odivelas foi elevada à categoria de vila a 3 de abril de 1964 e à categoria de cidade a 13 de julho de 1990. Este é um concelho recente, criado pelo decreto-lei n.º 84/98 de 14 de dezembro e integra as freguesias de Odivelas, União das Freguesias de Pontinha e Famões, União das Freguesias de Póvoa de Santo Adrião e Olival Basto e União das Freguesias de Ramada e Caneças, distribuídas numa área de 26,4 km² e com uma população de 145.707 habitantes (segundo os censos de 2011).

2.5.1 Freguesia de Odivelas, cidade e sede do concelho

Sede do Concelho, a freguesia de Odivelas, com uma área de 5,05 km², faz fronteira com as freguesias União das Freguesias de Pontinha e Famões, União das Freguesias de Póvoa de Santo Adrião e Olival Basto e União das Freguesias de Ramada e Caneças e com o Concelho de Lisboa.

Odivelas foi durante muito tempo uma zona predominantemente rural, procurada para descanso e lazer de reis, rainhas e outras personalidades. Entre 1940 e 1981, Odivelas regista o maior crescimento populacional alimentado por um forte fluxo migratório de famílias vindas do interior para a capital, à procura de melhores condições de vida.

De acordo com os censos de 2011 a população residente na freguesia de Odivelas era 59559 (homens-28131; mulheres-31428), representando cerca de 41,2% da população do concelho e uma das maiores densidades populacionais (11864,3 habitantes).



Figura 2 - Mapa do concelho de Odivelas (fonte: <http://www.cm-odivelas.pt>).

2.5.2 Características geomorfológicas

O concelho de Odivelas caracteriza-se por um território hinterlândico, situado a norte de Lisboa e na margem direita do rio Tejo, com zonas de fronteira com os municípios de Loures, Sintra, Amadora e Lisboa.

Morfologicamente o concelho é formado por uma extensa área que se estende desde a União das Freguesias de Pontinha e Famões até à União das Freguesias de Póvoa de Santo Adrião e Olival Basto.

O restante território é formado por colinas, a que os habitantes chamam serras, separadas entre si por numerosos vales.

2.5.3 Características urbanas

Este concelho teve um intenso fluxo migratório, no final dos anos sessenta, em particular na freguesia de Odivelas, que originou um forte crescimento urbano, quer pela via legal quer pela via clandestina e, em ambos os casos, sem o devido planeamento urbano ou prevenção em termos estruturais. Este território altamente urbano acentua um caráter de dormitório como a maior parte das cidades que circundam a grande Lisboa.



Figura 3 - características da população e alojamento (fonte: <http://www.cm-odivelas.pt/index.php/concelho/90-caracterizacao>).

2.5.4 Características económicas

O setor terciário ocupa mais de metade da população ativa residente neste concelho, embora esta atividade seja exercida essencialmente fora da freguesia. Em termos de atividades económicas predominam largamente os estabelecimentos de comércio e restauração, embora com reduzida capacidade de faturação e empregando em média menos de 5 pessoas. A quase totalidade das empresas do concelho corresponde a sociedades por quotas e a empresários em nome individual.

Recentemente registou-se algum dinamismo económico, nomeadamente a criação de grandes e médias superfícies comerciais e industriais (com impacto na criação de novos postos de trabalho superior a 2500 postos de trabalho).

2.5.5 Património e instituições culturais e desportivas

O concelho conta com 8 monumentos nacionais e outros 35 de interesse público. Conta ainda com o Centro Cultural Malaposta, sediado na União das Freguesias de Póvoa de Santo Adrião e Olival Basto; a Biblioteca Municipal D. Dinis, na freguesia de Odivelas; várias Associações Recreativas, Culturais e Desportivas, onde se destacam a Sociedade Musical Odivelense, também na freguesia de Odivelas e o Pavilhão Multiusos, palco de vários eventos desportivos, culturais, económicos.



Figura 4 - Centro Cultural da Malaposta (fonte própria).

2.5.6 Naturalidade da população residente

A naturalidade dos residentes é maioritariamente portuguesa segundo os dados do Censo de 2011. Consequentemente a uma intensa vaga de imigração verificada na última década do séc. XX e na primeira do séc. XXI, a comunidade de residentes estrangeiros é muito diversificada e cresceu de forma clara. Este fenómeno teve reflexos também no aumento do número de alunos estrangeiros que fazem parte da população escolar atualmente.

Os cidadãos originários dos PALOP têm a maior representatividade no concelho/freguesia, seguindo-se os cidadãos do Brasil e dos países de Leste. A comunidade de estrangeiros regista ainda outras proveniências (França, Índia, Paquistão, África do Sul, Canadá, Macau, Austrália).

2.5.7 Estrutura etária

Tendencialmente, no nosso país, a população varia entre os 0 e os 14 anos, diminui entre os 15 e 24, depois volta a aumentar e reduz a partir dos 65 anos de idade. As classes etárias mais representadas são as dos 20-24 anos e as dos 25-29 anos.

Odivelas	Total (anos)	0-14	15-24	25-64	65 +
Concelho	144549	21912	15370	83766	23501
Freguesia	59559	8984	5976	34970	9629

Tabela 1 - Grupo etário à data dos últimos Censos 2011 baseado na página <http://www.ine.pt>.

2.5.8 Nível de escolaridade

A população residente na sede do concelho apresenta níveis de escolaridade pouco elevados: 16% da população residente não concluiu nenhum nível de escolaridade; cerca de 49% concluiu como nível de escolaridade mais elevado o Ensino Básico, em que 20% corresponde ao 1.º ciclo, 11% ao 2.º ciclo e 18% ao 3.º ciclo; com o Ensino Secundário surge 17,24% da população residente e o Ensino Superior regista o valor de 16,6%.

Total	Nenhum		Básico 1º ciclo		Básico 2º ciclo		Básico 3º ciclo		Secundário		Pós- secundário		Superior	
59559	9614	16%	12098	20%	6562	11%	10435	18%	10266	17%	685	1%	9899	17%

Tabela 2 Nível de escolaridade mais elevado completo baseado na página <http://www.ine.pt>.

2.6 Contexto histórico da Escola

A Escola Secundária de Odivelas foi criada no ano de 1977, dando resposta ao crescente populacional da região, sendo que, anteriormente, existia apenas como escola pública, a Escola Preparatória Avelar Brotero (Esc. Básica 2.3 Avelar Brotero) e o Instituto Militar Feminino (o Instituto de Odivelas).

Constituíam oferta formativa da escola tendo os cursos Profissionais Técnicos de Design, de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos e de Manutenção Industrial de Mecatrónica Automóvel.

O corpo docente era inicialmente constituído por 91 professores, lecionando os sétimos, oitavos (diurno e noturno) e nonos anos de escolaridade (apenas diurno). No ano letivo de 1978/79, o número de turmas existente na Escola distribuía-se do seguinte modo: 14 turmas de 7.º ano, 22 turmas do 8.º ano, 9 turmas do 9.º ano e 5 do curso noturno. No mesmo ano, foi aberto o quadro a 43 professores efetivos e foram requisitados 27.

Dez anos depois (1988/89) a escola tinha 3000 alunos, 220 professores e 51 elementos entre técnicos auxiliares de educação e pessoal administrativo.

Em 1999/2000 a escola sofre um decréscimo do número de alunos (que passa para 2010), possuindo 206 professores e 60 funcionários (administrativos e auxiliares de educação).

Comparativamente com os dados de 88/89, a diminuição do número de alunos na Escola apenas se verifica nos cursos noturnos, nos quais passa a vigorar o Sistema de Unidades Capitalizáveis, mantendo-se, aproximadamente, o mesmo número de alunos dos cursos diurnos.



Figura 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12 - Vista exterior da escola, Portaria; Pavilhão da Administração; Ginnodesportivo; Pátio Exterior; vista do interior do pavilhão; espaço verde e espaço exterior (fonte: fotos cedidas pelo professor cooperante).

2.6.1 Curso Profissional Técnico de Design de Equipamento

O Técnico de Design de Equipamento é o profissional apto a efetuar a projeção e a maquetagem de produtos de design, tendo em conta a utilização, a função, a produção, o mercado, a comercialização, a qualidade e a estética, utilizando os recursos tecnológicos e os materiais adequados, demonstrando sensibilização para as questões ecológicas e ambientais.

	Disciplinas	Total de Horas/ Ciclo de Formação			
		Horas	10.º	11.º	12.º
Sociocultural	Português	320	X	X	X
	Língua Estrangeira	220	X	X	—
	Área de Integração	220	X	X	—
	Educação Física	140	X	X	X
	TIC	100	X	—	—
Científica	Matemática	100	X	X	—
	Geometria Descritiva	200	—	X	X
	História da Cultura e das Artes	200	X	X	—
Técnica	Desenho de Comunicação	200	X	X	—
	Desenho Assistido por Computador	290	X	X	X
	Materiais e Tecnologias	260	X	X	X
	Design	350	X	X	X
RCT	Estágio	600	—	—	X
Total do curso		3200			

Tabela 3 Disciplinas do curso Profissional Técnico de Design de Equipamento (fonte: documentação do curso).

2.7 Caracterização do Agrupamento

O Agrupamento situa-se em Odivelas, cidade e Concelho homónimos e tem a sua sede na Escola Secundária Adelaide Cabbete, que se situa na Avenida Professor Doutor Augusto Abreu Lopes.

O Agrupamento de Escolas n.º 4 de Odivelas, código 171906, enquanto unidade organizacional do ensino público, foi homologado por despacho do Secretário de Estado do Ensino e da Administração Escolar de 1 de abril de 2013 o qual procede à agregação da Escola Secundária de Odivelas com o Agrupamento de Escolas Avelar Brotero. No presente é constituído pelos seguintes estabelecimentos de educação e ensino:

Agrupamento n.º4 de Odivelas	
Estabelecimentos	Moradas
Jardim de Infância Álvaro de Campos	Rua Álvaro de Campos - Bairro Codivel 2675-225 Odivelas
Jardim de Infância Roque Gameiro	Rua Alfredo Roque Gameiro 2675 – 279 Odivelas
Escola Básica D. Dinis n.º1	Rua Professor Francisco Gentil 2675-357 Odivelas
Escola Básica António Maria Bravo	Rua Gil Eanes 2675-360 Odivelas
Escola Básica Bernardim Ribeiro	Rua Bernardino Ribeiro, Urbanização Codivel 2675- 229 Odivelas
Escola Básica Maria Máxima Vaz	Rua Domingos Sequeira 2675 -339 Odivelas
Escola Básica Avelar Brotero	Rua Guilherme Gomes Fernandes – 2675-366 Odivelas
Escola Secundária Adelaide Cabette	Av. Prof. Dr. Augusto Abreu Lopes 2675-300 Odivelas

Tabela 4 - Escolas que constituem o agrupamento n.º4 de Odivelas (fonte: proposta Educativa do Agrupamento n.º4 de Odivelas).

Oferta Educativa			
Ensino Diurno	Educação Pré – Escolar		
	Ensino Regular	Ensino Básico	1.º, 2.º e 3.º ciclo
		Ensino Secundário	Cursos Científico Humanísticos
			Cursos Profissionais
	CEF	Ensino Básico	Curso de Educação e Formação
CQEP – ESO (Centro para a Qualificação e o Ensino Profissional)		Apoio aos Jovens e Adultos na identificação de respostas educativas e formativas adequadas ao perfil de cada candidato. Etapas de intervenção: 1)Acolhimento 2)Diagnóstico 3)informação e orientação 4)Encaminhamento -Desenvolvimento de processos de recolimento, validação e certificação de competências (RVCC) escolares para adultos -Monitorização do percurso dos jovens e dos adultos encaminhados	
Ensino Noturno		EFA (Educação e formação de Adultos) de nível básico e Secundário	EFA Básico EFA Secundário
		Formações modelares certificadas (FM)	
		Conclusão do 12.º ano ao abrigo do decreto de lei 357/07	
		Ensino do português para falantes de outras línguas (PFOL)	

Tabela 5 - Oferta Educativa (fonte: proposta Educativa do Agrupamento n.º 4 de Odivelas).

Quanto à naturalidade da população escolar do Agrupamento, esta apresenta-se com cerca de 35 origens distintas, exprimindo a grande diversidade da população discente, reflexo da comunidade de imigrantes que reside e trabalha no concelho. Mesmo com o crescente envelhecimento da população e devido à emigração a população desta escola tem vindo a rondar os 600 alunos, como podemos observar na tabela seguinte:

Ensino Secundário				Ensino Profissional			
Ano	Turma	Nº alunos	Totais	Ano	Turma	Nº alunos	Totais
10.º	A	30	149	10.º	CPM	18	54
	B	29			CPSI	11	
	C	30			CPTD	25	
	D	30					
	E	30					
11.º	A	30	138	11.º	CPM	10	35
	B	25			CPSI	16	
	C	16			CPTD	9	
	D	23					
	E	23					
	F	21					
12.º	A	33	126	12.º	CPM	20	50
	B	35			CPSI	6	
	C	29			CPTD	20	
	D	29					
Total de alunos			413	Total de alunos			152

Tabela 6 - Número de alunos por turma no Ensino Secundário e no Ensino Profissional na ESAC (fonte: documento totais de alunos do agrupamento n.º 4 de Odíveiras).

Relativamente ao pessoal docente, este grupo é constituído, no total, por 216 docentes e educadores de infância. Destes, 175 (81%) têm vínculo ao quadro de escola/agrupamento/ZP, e 197 (91,2%) têm 10 ou mais anos de serviço letivo, com idades compreendidas, na maioria, entre os 41 e os 60 anos. O corpo docente é estável e revela níveis elevados de experiência.

O pessoal não docente é composto por 76 funcionários, grande parte com um vínculo por contrato de trabalho em funções públicas por tempo indeterminado. Destes, 65 integram a categoria profissional de assistentes operacionais e 10 são assistentes técnicos a que acresce 1 Chefe de Serviços de Administração Escolar. Do total, 65 funcionários têm até 19 anos de antiguidade.

O número de funcionários tem-se revelado manifestamente insuficiente para fazer face às necessidades globais de apoio ao processo educativo no Agrupamento. Além disso, registou-se um êxodo de funcionários maioritariamente por motivo de aposentação antecipada, sem ter sido feita a reposição que garanta as condições essenciais de apoio às atividades educativas, apesar do rácio legal estar a ser cumprido.

No que concerne às instalações dos diversos estabelecimentos de ensino que integram o Agrupamento estes não são recentes apresentam um estado considerável de degradação. Faltam alguns recursos e equipamentos para o funcionamento das atividades escolares, sendo que os existentes nem sempre apresentam os níveis de qualidade e conforto, potenciadores da aprendizagem, do sucesso escolar e da realização profissional.

3. Fatores determinantes na aprendizagem

3.1 Motivação

Araújo (2011) diz que “a sala de aula é o cérebro e o coração da escola. Nela, realizam-se as funções vitais do ensino e da aprendizagem – objetivo central da Escola”.

Ensinar e aprender são definitivamente conceitos difíceis de descrever, mas uma coisa é certa é que o ser humano aprende em parte por exposição e por demonstração, através de um discurso heurístico e experimental.

Quanto ao formato da aula, esta deve ter uma introdução teórica ou prática, ainda que redundante, onde o professor transmite de forma sucinta o que se vai lecionar, permitindo aos alunos acrescentar algo de novo. O conhecimento que o professor tem da turma, vai permitir optar pela melhor estratégia de ensino, privilegiando sempre a função de educador.

O domínio de algumas estratégias de motivação são essenciais, não só para o sucesso educativo, como também para a prossecução de uma boa aula. No entanto, é fundamental que o professor respeite o ritmo dos seus alunos estando atento às suas preferências, não deixando de estabelecer ligações entre os objetivos e os conteúdos programáticos.

Outra das competências do professor, relaciona-se com a criação de problemas para serem resolvidos de modo a que o aluno aprenda a chegar às suas próprias conclusões, competindo-lhe também ajudar a compreender um conceito de forma apropriada e em contextos significativos. A informação deve ser organizada e relacionada com conceitos preexistentes, aplicando o conhecimento a novas situações. O *feedback* existente entre os intervenientes facilita a análise e a síntese, obtendo por fim uma avaliação.

O método expositivo é a forma de ensino mais comum, onde o professor deve falar de forma clara para que todos o entendam, uma vez que a forma como expõe servirá de modelo para os seus alunos, pois um objetivo da escola também é prepará-los para se expressarem oralmente. Por exemplo, uma exposição aberta tem como objetivo estabelecer uma interação entre alunos e professor com a finalidade de aprender a participar mais e melhor, e de uma forma mais intuitiva.

Quanto às técnicas utilizadas para ser um bom orador são as seguintes:

- situar-se de frente para a assembleia;
- manter um tom de voz adequado, com ritmos diferentes;
- utilizar a melhor dicção possível;
- dosear o ritmo (15 a 20 minutos);

- não utilizar o tempo todo para falar e levantar questões.

O aluno não precisa de ser motivado a aula inteira. O ato de ensinar não se limita à exposição do professor, mas sim, a uma participação ativa dos alunos segundo as fases de aprendizagem. O bom caminho para ser um bom professor é a conciliação destas fases da aprendizagem com as técnicas de oralidade.

A Motivação é uma palavra mágica e funciona como motor da felicidade, que armazena felicidade e bem-estar que é a causa do sucesso. “Quanto mais forte é o desejo, mais a motivação será profunda. Quanto mais a motivação corresponder ao desejo, mais sólida será. Sem este liame que liga a motivação ao essencial da personalidade” (Michel, p. 40).

“A Motivação é pôr em movimento o desejo”, ou seja, é levar o aluno a desejar aprender, criar um gosto pela matéria para que possa entendê-la. “Não é motivação enquanto tal que leva à acção, mas o desejo que está por trás dela. A motivação é dinâmica desencadeada pelo desejo. E o desejo é revelado através deste movimento” (Michel, p. 40).

O professor poderá ter sempre um papel preponderante no ato da motivação, para que isso aconteça é preciso que o professor atue intensivamente no exercício de motivar os seus alunos, ao mesmo tempo que ensina a pensar, e como é importante ensinar a pensar, ao mesmo tempo tenta-se melhorar a motivação para aprender (Tapia, 1997). É necessário que o professor promova um bom ambiente na sala de aula, transmitindo aos alunos um sentimento de pertença, onde o aluno se sinta integrado, onde veja legitimadas as suas dúvidas e os seus pedidos de ajuda. Boruchovitch (2009) afirma que a motivação não é apenas uma característica do aluno, mas também é mediada pelo professor, pelo ambiente na sala de aula e pela cultura da escola. O principal motivo é que o professor seja um modelo de pessoa motivada.

Na realização de um exercício em sala de aula, para que os alunos participem temos de ter em conta que «a motivação está na raiz do comportamento. Toda a atividade tem origem numa “energia geradora de “forças”, ou de “dinamismos” que mobilizam ou põem em movimento os protagonistas da atividade» (Abreu, 2002, p.5).

Muitos dos adolescentes vivem na insegurança, em muitos casos uma vida inteira, o que por vezes fomenta uma necessidade de apoio/motivação dos outros, tanto ao nível na insegurança física como na social.

Assim sendo, associam-se a companheiros e vários grupos sociais que possam auxiliá-las nas dificuldades e fortalecer-lhes a capacidade de resistir, não apenas ao perigo real, mas também ao domínio e à opressão de outras pessoas ou grupos sociais que possam ameaçar-lhes a existência, a independência ou a autoestima (Vernon, 1973, p. 104).

Muitos destes adolescentes foram emocionalmente maltratados durante a infância. O que muitas vezes causa situações de discordia na sala de aula.

Abandono emocional parece embotar a empatia, os maus tratos emocionais intensos e continuados, incluindo ameaças cruéis e sadistas, humilhações e pura maldade, têm um resultado paradoxal. As crianças que sofreram essa espécie de tratamento podem tornar-se hipersensíveis às emoções dos que as rodeiam, no que equivale a uma vigilância pós-traumática relativamente a sinais que na sua experiência indicavam uma ameaça. Esta preocupação obsessiva com os sentimentos dos outros é típica das crianças emocionalmente maltratadas que como adultas sofrem os súbitos e intensos altos e baixos emocionais que são por vezes diagnosticadas como «desajustamento limiar da personalidade» (Galeman, 1995).

Este abandono emocional é muito usual neste tipo de alunos, visto que são oriundos de famílias destruturadas e de baixos recursos económicos, o que faz com que tenham que criar mecanismos de defesa para que cresçam num contexto social e integrativo, e é aqui que um professor capaz de motivar os seus alunos pode fazer a diferença.

3.2 Multiculturalidade no contexto social

Atualmente, no nosso país, existe uma sociedade maioritariamente multicultural, dado que a imigração de povos é cada vez mais diferenciada e com hábitos muito diferentes.

Perante esta realidade é preciso reforçar os princípios da Declaração Universal dos Direitos Humanos “todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e em direitos. Dotados de razão e de consciência, devem agir em relação uns para com os outros com o espírito de fraternidade” (artigo1.º http://www.fpce.up.pt/sae/pdfs/Decl_Univ_Direitos_Homem.pdf)

[A] Cidadania não é apenas o conjunto de direitos e deveres que os cidadãos devem exercer e cumprir. O exercício da Cidadania é sobretudo um comportamento, uma atitude e uma certa forma de ser, de estar e de fazer, em que cada um encara os problemas da sociedade em que se insere com a mesma prioridade com que aborda as suas questões individuais, atendendo aos direitos dos outros e em particular no respeito pela diversidade e pelas diferenças que caracterizam as sociedades em que vivemos nesta primeira década do século XXI (Marçal Grilo).

A escola deve ser entendida como o centro de inclusão social onde todos têm os mesmos direitos e deveres e onde os alunos devem ser incentivados a criar hábitos de tolerância promovendo hábitos saudáveis de cidadania e desenvolvendo uma consciencialização política através de conceitos básicos, privilegiando sempre uma abertura promotora de um modo de pensar livre, de um espírito crítico e de

competências analíticas. Deve ter conjuntamente a participação ativa da comunidade escolar.

A escola deve formar alunos para serem cidadãos com competências cívicas, participando em movimentos de trabalho voluntário de forma a ocupar o seu tempo livre, desenvolvendo competências sociais para resolver conflitos e trabalhar em conjunto com a comunidade. E assim, os alunos ficarão mais abertos ao debate intercultural.

O papel da escola é a formação de cidadãos ativos e intervenientes na comunidade, através de um diálogo construtivo. Mas como professores, devemos guiar por teorias que não são mais que ideias organizadas de determinados assuntos, relacionando-as com regras para determinar um certo fenómeno, ou seja, um conjunto coerente de enunciados que procuram proporcionar um melhor conhecimento (Medina, 1995).

Não são só os alunos e os professores mas sim toda a comunidade escolar, a desenvolver um espírito criativo, uma maneira de reduzir diferenças e promover a autonomia aos alunos incentivando a tolerância ativa.

Alguns dos objetivos que queremos alcançar é essencialmente o diálogo intercultural, sem deixar de ter em conta o envolvimento da comunidade e da escola, contribuindo para a escola intercultural.

3.3 Abandono escolar

Este tema é abordado neste relatório devido à faixa etária, onde aplicamos a intervenção pedagógica, pois os alunos do ensino profissional são muitas vezes alunos desmotivados e que frequentam estes cursos apenas para completar o 12.º ano.

O abandono escolar é um problema que se tem vindo a agravar ao longo dos tempos, pois mesmo que hoje em dia haja uma menor taxa de abandono, esta tem uma proporção diferente. Atualmente passa a ser um problema social pois quando um adolescente deixa de estudar não encontra um espaço na sociedade.

Os principais fatores que influenciam o abandono escolar são os comportamentos desviantes por parte dos alunos, particularmente o consumo de psicotrópicos que, a longo prazo, podem causar comportamentos de criminalidade, e dificuldades de integração social, organizacional, familiar ou interpessoais e pessoais.

O problema da heterogeneidade escolar e psicossocial influenciam o desenvolvimento da intervenção diferencial.

Antigamente, um adolescente podia deixar de frequentar a escola e encontrava um emprego o que, hoje em dia, não acontece pois existe um estrangulamento do mercado de trabalho e sem opções de futuro.

A mão-de-obra, cada vez mais especializada, faz com que os empregos que existem sejam ocupados por pessoas cada vez com maior formação.

A ausência de centros de lazer para adolescentes fora da escola e a escolaridade obrigatória cada vez mais extensa, faz com que os jovens continuem na escola muitas vezes sem sucesso.

Todos estes fatores têm impacto individual em cada aluno que abandona os estudos prematuramente, mas o problema é sobre tudo social, pois compete à sociedade conseguir um lugar para cada um, correndo-se o risco de existirem pessoas marginalizadas. Neste sentido, envidam-se esforços que contrariam a tendência promovendo-se uma interação entre a comunidade e as escolas com o objetivo de promover uma aproximação entre a procura do mercado de trabalho e os cursos que se ministram nas escolas.

As escolas são afetadas pelas constantes mudanças de governo pois cada vez que se alteram as condições ideológicas e políticas definem-se diferentes regras a implementar, o que nem sempre é positivo. O impacto das ideologias políticas afeta os sistemas socioeducativos que, por sua vez, provoca uma falta de motivação, com reflexos no insucesso e na desistência.

Os recursos pessoais e ambientais de cada local influenciam a desigualdade na mesma sociedade.

Desenvolver uma ligação afetiva entre professor/aluno por vezes é difícil mas tem que ser ultrapassada por todos pois numa comunidade todos tem o seu valor e deve existir um espaço de diálogo, o que faz com que o professor cooperante seja diferente dos outros professores deste curso é este espaço de intervenção que é dado aos alunos.

A afetividade determinará o tipo de relacionamento entre o professor e o aluno, o que terá um grande impacto na forma como se adquirem novos conhecimentos. Ao longo dos anos, o aspeto cognitivo tem sido o principal alvo de atenção em detrimento da evolução da área afetiva, a qual é frequentemente esquecida impedindo o aluno de atingir um maior rendimento.

A escola que abandona os jovens e não o inverso. A falta de identificação do jovem com a escola faz com que ele se desinteresse. Não é tanto o fato de precisar de trabalhar mas o sentimento de nada receber em troca, a ausência de *feedback* entre as partes está presente em todos os momentos. Geralmente os alunos que

abandonam a escola são aqueles que não têm interesse em aprender, fator preponderante mas não exclusivo desta atitude.

3.3.1 Será que existe uma escola para todos?

A sociedade atual anda ao ritmo das estações e das festas, na forma como está organizado o calendário escolar, o 1.º período acaba no Natal, o 2.º período na Páscoa e o 3.º período no Verão, restando um longo período temporal sem qualquer atividade letiva. Atualmente, com a evolução da sociedade, verifica-se a perda do poder de compra, salários baixos e o desemprego, o que obriga as famílias a deixar os seus filhos mais tempo sozinhos.

Como em todos os locais em volta de Lisboa, os familiares destes jovens deixam-nos muitas horas sozinhos, pois tem que trabalhar fora de Odivelas e muitas vezes perdem muitas horas nos transportes.

As escolas estão cada vez mais centradas nas aprendizagens do que no desenvolvimento cognitivo e no alargamento dos conhecimentos para que os alunos sejam mais autónomos no futuro, no entanto a sociedade só aproveitará alguns, os mais habilitados com cursos que a servem, restando uma maioria terá dificuldade em se integrar.

A escola secundária proporciona desenvolvimento, experimentação, descoberta e afirmação de várias competências num contexto privilegiado de aprendizagens e de socialização para a entrada no mercado de trabalho ou para seguir para a Universidade.

3.3.2 Alunos com dificuldades de aprendizagem e/ou com problemas de comportamento

Os alunos que foram o alvo deste estudo, tem um historial de absentismo e de desmotivação até encontrarem um curso em que se sentem integrados e conseguem realizar tarefas com objetivos muito práticos.

Importa referir que os alunos com mais dificuldades de aprendizagem ou com problemas de comportamento são geralmente encaminhados para cursos profissionais, embora não seja uma regra, mas com alguma eficácia para evitar uma exclusão imediata. Cada vez mais são reencaminhados para áreas vocacionais onde têm aproveitamento. Sendo que estas áreas podem abrir portas para um emprego, embora em Portugal ainda estejamos um pouco longe de atingir

um sistema perfeito em que os cursos profissionais venham realmente ao encontro da falta de profissionais que existem no mercado de trabalho.

Muitas vezes o reforço negativo está associado à criminalidade. Tal como os problemas de absentismo, o insucesso escolar e a saúde mental afetam e causam grande parte da taxa de abandono, sendo esta mais elevada em escolas de diversidade cultural e étnica, como é o caso da escola onde se está a realizar este estudo de caso.

Um dos motivos que contribui para o abandono escolar é o estatuto socioeconómico dos pais, pois quanto mais baixo menor é a preocupação com o sucesso dos filhos. Uma estrutura familiar coesa acompanha melhor não só a ansiedade por parte do aluno como também as relações pessoais entre alunos, e entre aluno/professor permitindo ao aluno sentir-se mais ou menos integrado na comunidade escolar.

É muito importante, tanto para o professor como para os alunos, o reforço positivo, que se constitui como uma estratégia mais eficaz relativamente à punição, para aumentar a motivação e diminuir os comportamentos turbulentos.

O sucesso deste modelo do ensino profissional que está assente na aprendizagem através da experimentação faz com que os alunos se sitam mais integrados e motivados a apreender experimentado.

3.3.3 Estratégias a utilizar no ensino profissional

Os professores devem “manter a atenção dos alunos, maximizar o tempo de ensino, gerir com eficácia os problemas de disciplina, reforçar os comportamentos adequados”. Os professores mais eficazes interagem continuamente com toda a turma e evitam limitar a sua atenção a um único aluno (Rutter et al., 1979).

A qualidade das aprendizagens relaciona-se com as estratégias de ensino que o professor adota, conforme a faixa etária dos seus alunos e como eles conseguem apreender melhor as matérias dadas, cada turma é uma turma diferente, os seus elementos também são diferentes.

Os professores que dominam as pedagogias de cooperação utilizam-nas tendo como preocupação estimular os sentimentos e desenvolver e estimular as capacidades de cada aluno adaptando-as às necessidades individuais.

3.4 Desenvolvimento cognitivo na adolescência

Centrado neste estudo, houve necessidade de investigar sobre o desenvolvimento cognitivo na faixa etária que foi tratada em sala de aula na implementação do projeto.

A Psicologia estuda as fases de desenvolvimento do ser humano desde o seu nascimento até a fase adulta, em todos os seus aspetos: físico, motor, intelectual, afetivo, emocional e social.

A criança deixa de ser vista como um adulto em miniatura, surgindo naturalmente a necessidade de compreender as características próprias de cada idade e de estudar o seu desenvolvimento, o que refletiu no estudo das características específicas de cada nível etário.

Assim pode-se dividir em 8 estádios conforme a idade, segundo Erinkson (Papalia, 2001):

1.º	Confiança X Desconfiança (até 1 ano)
2.º	Autonomia X Vergonha e Dúvida (2 e 3 anos)
3.º	Iniciativa X Culpa (4 e 5 anos)
4.º	Indústria/Mestria X Inferioridade (dos 6 aos 11 anos)
5.º	Identidade X Confusão/ Difusão (dos 12 aos 18 anos)
6.º	Intimidade X Isolamento (jovem adulto)
7.º	Produtividade X Estagnação (meia idade)
8.º	Integridade X Desesperança (velhice)

Tabela 7 - Estádios do Desenvolvimento cognitivo.

Os alunos que participaram neste estudo de caso integram-se no 5.º estágio, com uma faixa etária entre os 12 e os 18/20 anos, ou seja a adolescência, a puberdade, precisamente a idade em que na vertente positiva, o adolescente vai adquirir uma identidade psicossocial, capaz de compreender a sua singularidade, o seu papel no mundo.

Relativamente a estes diferentes estádios, estes não devem ser vistos como etapas isoladas, logo as fases anteriores irão deixar marcas que vão influenciar a forma como se vivencia esta crise, terminando uma perspetiva histórica na qual o adolescente se vai aperceber e completar os elementos identitários adquiridos nas idades anteriores.

Neste estágio, onde se integram os adolescentes, os indivíduos estão repletos de novas potencialidades cognitivas, exploram e ensaiam estatutos e papéis sociais, devido ao facto da sociedade fornecer este espaço de experimentação.

A vertente negativa da adolescência incide nos sentimentos relativos à confusão/difusão de quem ainda não se descobriu a si próprio, e não sabe o que pretende, tendo dificuldade em fazer opções.

É de salientar que nesta idade emerge um conjunto particular de valores a que Erikson denominou por fidelidade. (Papalia, 2001)

Na adolescência, o abandono escolar deve-se aos atrasos do desenvolvimento cognitivo. As escalas psicotécnicas de inteligência têm sido apontadas como um bom indicador para identificar estas causas individuais de insucesso escolar. O problema é que a grande maioria dos alunos que falham nos resultados escolares, têm um desenvolvimento normal.

A instabilidade característica na adolescência, consta entre as muitas causas individuais do insucesso. Ela conduz muitas vezes o aluno a rejeitar a escola, a desinvestir no estudo das matérias, e frequentemente à indisciplina. Pais autoritários ou demasiado condescendentes, conflitos familiares, fazem parte de causas que podem levar a que o aluno se sinta rejeitado e comece a desinteressar-se pelo seu percurso escolar, adotando um comportamento indisciplinado.

A origem social dos alunos tem sido a causa mais utilizada para justificar os piores resultados, sobretudo quando são obtidos por alunos originários de famílias de baixos recursos económicos.

Quanto à gestão da disciplina na sala de aula, é outro fator que condiciona bastante o rendimento escolar dos alunos. Uma aula completamente disciplinada, seja aquela onde o insucesso escolar desapareça.

Métodos de ensino, recursos didáticos, técnicas de comunicação inadequadas às características da turma ou de cada aluno, fazem parte igualmente de um vasto leque de causas. Nas escolas onde isto acontece os resultados tenderão a confirmar o que todos afinal estão à espera. O elevado número de alunos por escola e turma, tendem igualmente, não apenas a provocar o aumento dos conflitos, mas sobretudo a diminuir o rendimento individual. (Dembo, 1988)

3.5 Aprendizagem e ensino como Processamento de Informação

Para Gagné os objetivos do ensino são comportamentais. Estes objetivos de aprendizagem que refletem as alterações no comportamento dos estudantes, devem ser definidos em termos de comportamento humano, devendo ser elaborados no início do processo da educação, pois são eles que determinam como iniciar o sistema de aprendizagem, que será fornecido ao aluno.

Para o professor, os objetivos de aprendizagem, constituem a base da educação e o suporte de verificação dos resultados da aprendizagem. Servem como motivação para o aluno e permitem um *feedback* no final desse processo. Os objetivos facilitam a compreensão do que se pretende observar na performance do aluno. Essa mesma objetividade auxilia a clarificação do tipo de aprendizagem pretendida e as condições requeridas para que estes objetivos sejam alcançados pelos alunos.

Os objetivos devem ser elaborados para cada aula, situação que levará a que haja uma unidade programática a ensinar que seja constituída por objetivos iniciais mais simples e por objetivos finais que envolvem capacidades mais complexas dos alunos.

Essa teoria evoluiu de uma perspectiva bastante *behaviorista* para outra predominantemente cognitiva. Durante essa evolução, três componentes foram incorporados segundo Moreira (1999), nomeadamente:

- 1) vários conhecimentos que acompanham cada ato de aprendizagem;
- 2) uma taxonomia de resultados de aprendizagem;
- 3) condições específicas necessárias para alcançar cada resultado.

Como pode ser observado na Figura 13, o fluxo da informação começa com um estímulo do ambiente como, por exemplo, a percepção visual de palavras num texto. Assim sendo, a informação entra no Sistema de Memória Sensorial (Registro Sensorial). A informação aqui é, então, guardada brevemente até que ela possa entrar no Sistema de Memória de Curta Duração (também chamada de Memória de Funcionamento). A informação que não entra no Sistema de Memória de Curta Duração é perdida. Ao sair do Registro Sensorial e entrar no Sistema de Memória de Curta Duração, a informação é transformada através de um processo de codificação. A maneira pela qual a informação é codificada e integrada na memória, bem como a extensão e profundidade da integração afeta a facilidade com que a informação pode ser recuperada, posteriormente. (Dembo, 1988)

O Sistema de Memória de Curta Duração do adulto é limitado, tanto ao nível da sua capacidade, quanto ao nível da sua duração. Só pode guardar mais ou menos cinco a nove unidades. Sem um esforço ativo da pessoa, a Memória de Curta Duração só guarda a informação por um período muito curto de 30 segundos. Segundo Gagné, Yekovich e Yekovich (1993), de modo geral, as pessoas preferem realizar uma tarefa cognitiva de cada vez.

Como o fluxo da informação no sistema humano é organizado em torno de se alcançar algum objetivo, existe um número de Processos de Controlo que opera no sistema de memória de curto prazo, dotando-lhe de flexibilidade para lidar com a

informação. Esses Processos Executivos de Controlo focalizam a atenção, manipulam a informação, organizam e assistem a recuperação da informação. Alguns desses Processos de Controlo são automáticos, outros são sujeitos ao controlo voluntário (Dembo, 1988).

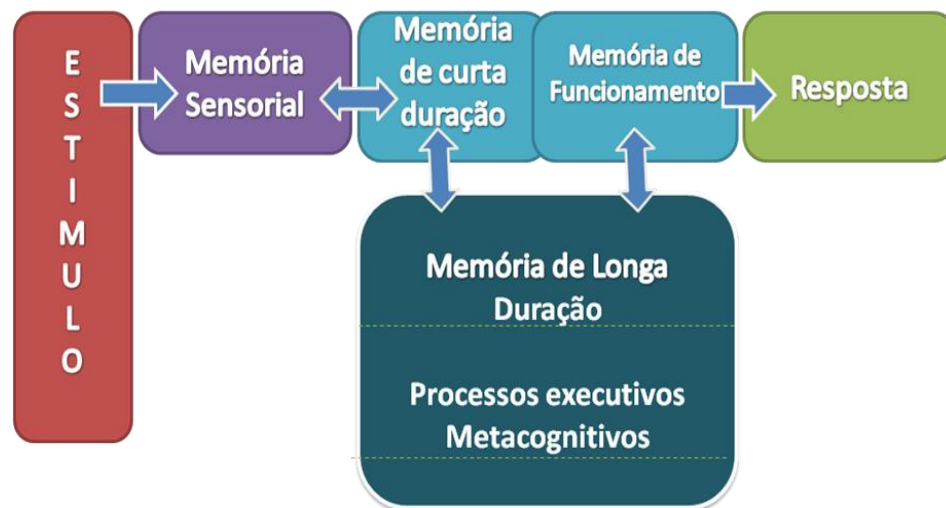


Figura 13 - Modelo de Processamento da Informação Humana (baseado: na citação por Dembo,1988 de Mayer,1981)

A aprendizagem, segundo Gagné, “é uma mudança de estado interior que se manifesta por meio da mudança de comportamento e na persistência dessa mudança. Um observador externo pode reconhecer que houve aprendizagem quando observa a ocorrência de uma mudança comportamental e também a permanência desta mudança.”

Trata-se, portanto, de acordo com Gagné, de uma mudança comportamental persistente. Na teoria, as mudanças resultantes do desenvolvimento de estruturas internas constituem-se na maturação. Já a aprendizagem “ocorre quando o indivíduo responde e recebe estimulação de seu ambiente externo, a maturação requer somente crescimento interno.” É uma modificação do comportamento que é observada como um desempenho humano.

Para Gagné, a aprendizagem realiza-se “dentro da cabeça” do aluno. Este autor destaca a importância das teorias de aprendizagem, dando ênfase à chamada “teoria de processamento da informação”, apresentando e discutindo um modelo básico de aprendizagem e memória como consequência de teorias de processamento de informação.

Nessa teoria, prevalecem dois tipos distintos de acontecimentos: os externos e os internos ao aluno. Os primeiros referentes à estimulação e aos produtos

consequentes da sua resposta e os últimos ocorrendo no sistema nervoso central do estudante, inferidos de observações externas. As fases desta teoria são: motivação, apreensão, aquisição, retenção, rememoração, generalização, desempenho e retroalimentação. Gagné propõe que existem cinco principais classes de capacidades humanas, as quais podem ser aprendidas: informação verbal, habilidades intelectuais, estratégias cognitivas, atitudes e habilidades motoras, enfatizando, em sua proposta, a habilidade intelectual.

Na teoria de Gagné, as habilidades mais simples que representam os “pré-requisitos imediatos” podem ser analisadas, para identificar habilidades ainda mais simples, o que aponta serem tais habilidades hierarquizadas.

No que concerne ao ensino e ao papel do professor, por se tratar de uma teoria que prevê mudança comportamental persistente, na fase da aprendizagem existe um ou mais processos internos, no sistema nervoso central do aluno, que transformam a informação até que o aluno responda com um desempenho favorável. Tais processos internos podem ser influenciados por acontecimentos externos, por estimulação do ambiente de cada um. Nessa perspectiva, o ensino é uma “atividade de planejamento e execução de eventos externos à aprendizagem, com a finalidade de influenciar os processos internos para atingir determinados objetivos. Os objetivos são as capacidades a ser aprendidas, isto é, descrições verbais daquilo que deve ser aprendido.” Logo, cabe ao docente a tarefa de promover a aprendizagem por meio do ensino, planejando-a, administrando-a e avaliando-a quanto à sua eficácia por meio da avaliação da aprendizagem do estudante.

A proposta idealizada por Gagné, situa-se entre o *behaviorismo* e o cognitivismo, pois que se apresenta por meio de estímulos, respostas, estimulação do ambiente, comportamentos, entre outros.

Porém, os processos internos de aprendizagem, salientam a importância das teorias de aprendizagem para o ensino, concluindo-se que se existe uma melhor aprendizagem existe uma maior motivação.

4. Conteúdos

4.1 História da Geometria

O objetivo da Geometria Descritiva é o “desenvolvimento das capacidades do aluno de ver perceber e organizar o espaço envolvente as formas que nele se situam, através de processos científicos e rigorosos e códigos específicos de representação dessas entidades.” (Santa-Rita, p. 9)

A Geometria como instrumento de trabalho surge relatada no âmbito da História da Humanidade na Pré-história, particularmente nas pinturas rupestres, onde aparecem representadas formas tridimensionais bidimensionalmente, vontade que se mantém ao longo dos tempos na forma como o Homem tenta representar uma realidade tridimensional numa superfície plana, especialmente na pintura. O Renascimento, é um período de grande florescimento no que diz respeito à representação rigorosa em perspetiva, onde surgem um conjunto de regras científicas relativas à representação perspetiva. O estabelecimento deste conjunto de regras foi determinante ao nível da representação, permitindo ao Homem ver o Mundo de outra forma. Brunelleschi destaca-se pelas suas teorias sobre a perspetiva enquanto instrumento do espírito humano que se sujeita a leis matemáticas e geométricas rigorosas, mas é com Alberti que surge o *Tratado della Pintura* em 1436, que acaba por ser o primeiro compêndio de Geometria Descritiva, que mais tarde é desenvolvido pelo grande génio da pintura Leonardo Da Vinci.

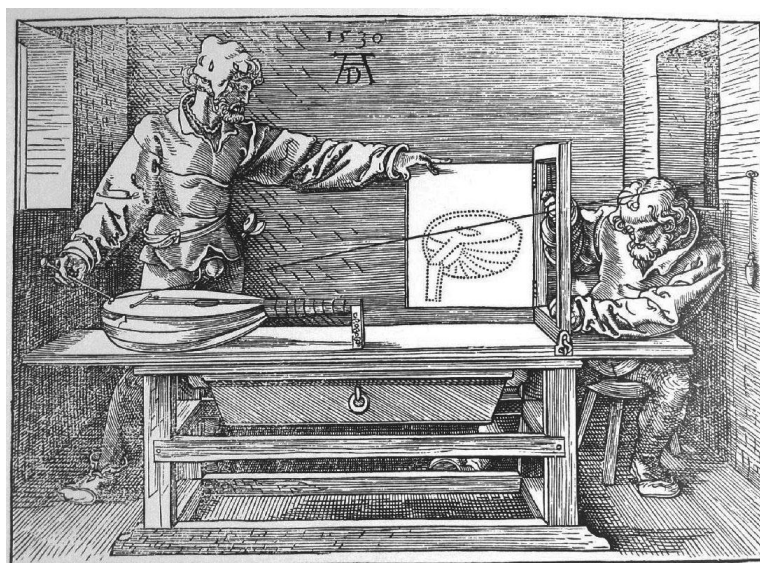


Figura 14 - Representação da perspetiva (fonte: https://www.researchgate.net/figure/312605716_fig16_Figure-51-Man-drawing-a-lute-by-Albrecht-Durer-1525-In-this-drawing-Durer).

Na Europa, o século XVIII marca o início das grandes revoluções, nomeadamente a revolução industrial e a revolução francesa, que provocaram o desenvolvimento científico e, em consequência, a adoção do sistema métrico decimal de que resulta a universalidade das medidas. No entanto, o desenho não se perdeu, passa a ser um meio de comunicação autónoma de exprimir ideias paralelamente à escrita, como uma explicação mais clara.

Surge com a necessidade de criar uma representação de terrenos no Antigo Egipto e na Babilónia. A representação, de início plana, rapidamente evoluiu para a geometrização do espaço habitável, aparecendo assim a geometria euclidiana. A representação propriamente dita começa com o desenho, a pintura e as artes visuais.

A representação de plantas e alçados começam a ser comuns por volta do ano de 1160 a. C. Na Idade da Pedra, eram representados animais, figuras humanas, entre outras coisas, mas é na Idade do Bronze que se começam a representar tecnicamente alçados de rodas, carros e plantas de edifícios no Egipto e na Mesopotâmia.

Na Roma Antiga e na Grécia também se encontraram alguns papiros com plantas e alçados de edifício. Houve uma necessidade de criar leis fixas para a representação através do plano de projecção de uma figura qualquer do espaço.

Para se obter a projecção de uma figura sobre um plano, faz-se passar pelos diferentes pontos da mesma, rectas chamadas projetantes e determina-se a intersecção dessas rectas com o plano de projecção; cada um desses pontos será a projecção de cada um dos respetivos pontos da figura no espaço e o seu conjunto constituirá a projecção da figura considerada. (Pinheiro e Sousa p.7)

Se a projecção for simultânea e ortogonalmente sobre dois planos igualmente perpendiculares entre si, estamos perante o Sistema de Dupla Projecção Ortogonal ou Sistema Monge, por intermédio do qual se faz o estudo de todas as figuras da Geometria, plana e no espaço e de todos os problemas relacionados com essas figuras geométricas, sistema que integra as atuais disciplinas de Geometria Descritiva A e B, do Ensino Secundário

Os diferentes sistemas de projecção surgiram ao longo da história, fruto da necessidade do homem resolver problemas práticos, tornando-se mais ou menos indispensáveis para representar e resolver problemas geométricos.

A necessidade que o homem teve, desde sempre, de comunicar com o seu semelhante levou-o inicialmente a procurar uma linguagem falada e mais tarde recorrer à expressão escrita. As primeiras tentativas de comunicação por escrito fizeram-se por meios de desenhos, os quais tendendo a tornar-se progressivamente mais esquemáticos, numa procura de simplificação, acabaram por conduzir às chamadas escritas ideográficas, de que são exemplos os hieróglifos Egípcios e a escrita ainda hoje usada na China.

4.1.1 Factos históricos da Geometria

A geometria aparece, logo após as grandes cheias do Nilo, no Egito e na Mesopotâmia por causa da necessidade de medir espaços para a agricultura.

Os geómetras e matemáticos do século VI a. C. deram uma interpretação mais discreta e numérica à geometria. Os «Elementos» de Euclides do século III a. C. é que define a Geometria como uma ciência com características matemáticas dedutivas.



Figura 15 - Papiro Rhind ou Papiro de Ahmes, 1600 a.C. (fonte: <http://gentequepesquisa.blogspot.pt/2007/05/matematica-trigonometria-tringulo.html>).

A Geometria métrica é desenvolvida por Apolónio e Arquímedes, que atribuíram um lado filosófico à geometria. Até ao século XIX a Geometria Euclidiana ou elementar manteve-se sem alterações.

Seguidamente temos uma figura que ilustra um vaso grego, onde se pode observar que utilizam a geometria para representar a profundidade.



Figura 16 - Vaso do início do séc. V a. C. em que o pintor representa diferentes músicos (fonte: <https://homepage.univie.ac.at/elisabeth.trinkl/forum/forum0913/68mythos.htm>).

Marcus Vitruvius Pollio escreve o Tratado «De arquitetura», dedicado a César Augusto. Este documento, onde eram explicados métodos inovadores ao nível de portos, aquedutos e edifícios, assim como projetos de pequenas dimensões como máquinas, dispositivos de medição e instrumentos, tornou-se a base da arquitetura romana. Quanto à pintura, são representados cenograficamente algumas formas arquitetónicas ilusórias, que misturavam a representação cónica e a axonométrica, são exemplo pintores como Giotto di Bondone e os irmãos Lorenzetti.

No tratado de Pintura, em 1435, Alberti utilizou um vidro com a quadrícula na vertical e à frente uma quadrícula horizontal para desenhar o que está em frente “o artista desenhava o que via através do vidro. A maior dificuldade assentava na

necessidade de ver o objecto e desenhar sempre do mesmo ponto de vista. Para isso, era necessário desenhar só com um olho aberto e apoiado por uma espécie de vara fixa com um orifício, para garantir o mesmo ponto de vista do princípio ao fim do desenho. (Citado por Palaré, 2013, p. 17)

A representação diédrica foi essencial para o desenvolvimento das grandes obras arquitetónicas daquele século, particularmente no desenho das vistas.

Alguns dos problemas geométricos na matemática grega deram um grande contributo para o estudo das perspetivas cónicas, mais tarde são desenvolvidas as bases da geometria analítica por Isaac Newton e na segunda metade do século por Gottfried Wilhelm von Leibniz. Mas é Gaspar Monge, no século XVIII, que formula as regras da Geometria Descritiva enquanto ciência, expondo de forma rigorosa o que era feito pelos pintores do renascimento, as várias maneiras de representar bidimensionalmente o que é tridimensional, pelo que foi denominada como Método de Monge ou Geometria Mongeana.

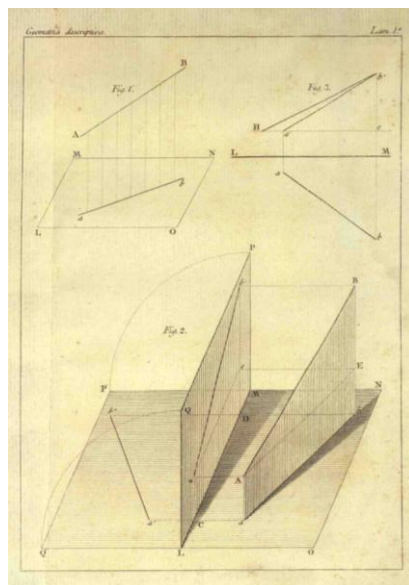


Figura 17 - Representação bidimensional segundo o método de Monge (fonte: Palaré, 2013, p.47).

Neste novo sistema de representação a épura é utilizada para representar objetos tridimensionais no plano. A representação deste sistema passa pela representação de dois planos ortogonais entre si, dando origem ao plano vertical (frontal) e ao plano horizontal de projeção ortogonais entre si.

Este sistema segredo militar manteve-se como segredo durante cerca de quinze anos, sendo apenas utilizada na engenharia militar. Em 1794, Monge pôde apresentá-la publicamente na Escola Superior de Paris, escrevendo o seu tratado e o primeiro livro de Geometria Descritiva. (Palaré, 2013, p.47)

4.1.2 A disciplina de Geometria Descritiva

Segundo Vieira (2005), a Geometria visa o aperfeiçoamento da visualização espacial por parte dos alunos, habilidade essa, que é primordial para as profissões que os alunos terão mais tarde, nomeadamente como Técnicos de Design de Equipamento.

Os actuais conteúdos de Geometria Descritiva surgem ao nível do Ensino Secundário cerca de 1947 incluídos no currículo do Desenho. Nos 6.º e 7.º anos, atuais 10.º e 11.º anos, era então lecionado o programa de Desenho geométrico referente ao que hoje é a Geometria Descritiva. Estudava-se então o Método de Monge ou a representação em Dupla Projeção Ortogonal, em que era lecionado o desenho cotado e o desenho à vista (Gonçalves, 1984).

Após o 25 de Abril de 1974, existiram algumas alterações das reformas educativas pelo que a disciplina de Desenho deu origem a várias nomenclaturas

conforme o ano escolar – Educação Visual 7.º e 8.º ano; Desenho no 9.º ano, onde era na sua totalidade dado o desenho geométrico; e a Geometria Descritiva no 10.º, 11.º e 12.º anos abrangendo o programa de projeções axonométricas, o Desenho cotado, as projeções cotadas, a projeção cónica e a dupla projeção. (Santana & Gomes, B. 1984)

Em 1989, a Disciplina de Desenho e Geometria Descritiva é implementada na Formação Específica para o 10.º, 11.º e 12.º anos de escolaridade, onde o 12.º ano passou a ser obrigatório, não tendo quaisquer diferenças ao nível dos conteúdos. No 12.º ano era dada a Perspetiva Cónica que até então era abordada de forma superficial ou então apenas ministrada no ensino superior.

As alterações verificadas em 1999, foram essencialmente a retirada da Cónica sendo adicionados os problemas métricos e a representação axonométrica.

São implementados os princípios orientadores da organização e gestão do currículo em 2004, ao abrigo da Declaração de Retificação n.º 44/ 2004, de 25 de Maio, que aprova os cursos de Científico-Humanísticos e os cursos Tecnológicos com a nova matriz de ensino Secundário, decreto de Lei de 24/2006, de 6 de Fevereiro, que também alarga a oferta curricular com os cursos profissionais.

Foi, neste contexto, retomando o nome de Geometria Descritiva subdividida em Geometria Descritiva A, para os cursos de Científico-Humanísticas de Ciências e Tecnologias e de Artes Visuais, assim como na formação científica dos cursos artísticos especializados de Design de Comunicação, Design de Produto e de Produção Artística e a Geometria Descritiva B para os cursos de Tecnológicos de Design de Equipamento e de Multimédia.

A Disciplina passa a ser bianual, sendo lecionada no 10.º e 11.º anos, com a carga letiva de 6 tempos letivos semanais (4 horas e 30 minutos) para a Geometria Descritiva A e para Geometria Descritiva B de 4 tempos letivos semanais (3 horas), algumas partes do programa foram reduzidas sendo que também são parte integrante as axonometrias clinogonais e ortogonais.

4.2 Ensino Profissional – breve cronologia

Em meados do séc. XVIII o ensino comercial foi iniciado em Portugal, obra do grande estadista Marquês de Pombal.

No final do mesmo século o ensino manual industrial vai buscar inspiração na obra magistral de Pina Manique.

Uma modesta aula de Náutica e outra de Desenho e Debuxo foram criadas por iniciativa particular do comércio portuense, dando origem a grandes estabelecimentos de ensino do país – a Universidade do Porto.

Em 1836 o ensino oficial de Desenho industrial foi iniciado no Porto, ou seja aproximadamente um século depois do ensino do comércio.

Mais tarde surge uma pequena escola de desenho industrial que dá origem a vários estabelecimentos de ensino técnico, secundário e médio – o Instituto Industrial e Comercial do Porto. Graças à ação poderosa das coletividades comerciais, industriais e artísticas portuenses surgem as escolas técnicas, profissionais e de outros ramos de ensino, que acabaram por contribuir de forma muito positiva para o progresso material do país.

O ensino técnico e profissional representou um dos principais fatores determinantes para o desenvolvimento económica e contribuiu sobejamente para a riqueza nacional, apoiada numa instrução ministrada sob o ponto de vista industrial, profissional, artístico ou comercial. (Costa, p. 29)

Já no séc. XX, nos anos oitenta, houve um intenso debate sobre a educação e, em consequência, foi criada uma nova lei de bases na educação em 1986. “O governo criou uma comissão de reforma do sistema educativo para estudar as principais medidas a empreender para aplicar esta nova carta magna da educação escolar”, apresentada por Roberto Carneiro, Ministro da Educação 1988-1991, e cuja dinâmica promoveu muitos debates pelo país. Em 1984, após um regime ditatorial, foi criado o ensino técnico-profissional, com o objetivo de promover uma massificação do ensino e de colmatar a necessidade de técnicos especializados.

Em 1985/1986, a taxa real de escolarização no nível secundário era de 17,6%, contra taxas médias dos países da OCDE superiores a 60%. Apesar de uma rápida recuperação realizada nos anos oitenta, noventa e dois mil (em 1991/1992, a taxa já era de 40,3%; em 1995/1996 de 59,2%; em 1998/1999 de 62,5%; em 2004/2005 de 59,8% e em 2010/2011 alcançava os 72,5%), nunca a escolarização a este nível, em Portugal, deixou de estar muito afastada da média europeia e dos países mais desenvolvidos.

	2001	-	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Portugal	44.4		49.6	53.4	54.3	55.5	58.7	64.4

Tabela 8 - Percentagem da população do grupo etário 20-24 anos que complementou pelo menos o ensino secundário (12.º ano) entre 2001 a 2011.

O nível de abandono escolar era muito elevado.

Esta situação tinha de ser ultrapassada sob o impulso de um cuidado trabalho das escolas e dos professores e sob os princípios da democracia, da equidade e da igualdade de oportunidades, oportunidades estas que teimavam em não florescer entre nós, mormente à medida que se caminhava de níveis elementares para níveis superiores de escolarização, do ensino primário para o ensino superior. Mas esta não era nem nunca viria a ser uma questão pacífica. O modo, ou melhor, as vias ou os modos mais humanos, democráticos, pertinentes, eficazes e eficientes, a percorrer por todos os jovens portugueses, em percursos de qualidade, continuavam a ser objeto de fortes divergências ideológicas. (Azevedo, p.3)

Em 1977, foi abandonado o ensino profissional por se considerar discriminatório, social e culturalmente. Assim, neste ano, foi criado o ensino primário de 4 anos mais 2 de ciclo preparatório, transformando-se num ensino diferenciado e não discriminatório, continuando, no entanto, o ensino técnico noturno. Depois do 25 de abril de 1974, foi implementada a “licealização” do ensino, não era o único caminho mas acaba por ser igualmente discriminatório e fomentador de desigualdades.

Com a entrada na união europeia, em 1986, Portugal vive uma época de adaptação ao novo ritmo europeu, onde são cedidos meios para reformular a educação.

Depois de inquirir os alunos de muitas escolas e após um exame realizado às políticas da Educação em Portugal pela OCDE, deu-se início à escolha vocacional após o 9.º ano de escolaridade, através de 3 áreas.

Para um Ensino Secundário que, além de «aproximar os jovens da vida activa e do mundo do trabalho, fosse capaz de contribuir para o desenvolvimento do indivíduo enquanto pessoa e membro da colectividade» (UNESCO, 1988 p.131).

Os jovens, não só não se deixam influenciar por uma subordinação política, mas querem também construir novas oportunidades de desenvolvimento humano para todos, já que muitos se sentem asfixiados num estreito corredor de acesso ao ensino superior, como se este fosse capaz de representar, simultaneamente, um fator de promoção de melhor rendimento escolar e de maior igualdade de oportunidades sociais.

Cria-se um novo modelo de ensino, um modelo otimista humanista, onde a escola se aproxima das necessidades do aluno. Este novo modelo concilia energias e forças para um bem comum, um ensino baseado nas capacidades de cada um, de modo a integrar os alunos em contexto laboral. Com escolas constituídas por diretores e professores responsáveis, capazes de debater e pensar os problemas e encontrar as melhores soluções para os seus alunos, com autonomia pedagógica, administrativa e de gestão financeira. Era preciso criar escolas dirigidas ao trabalho

escolar e não ao consumo e à passividade, escolas locais-de-trabalho, escolas onde se aprendesse ativa e permanentemente e onde ninguém pudesse ser deixado para trás, enrolado nas suas dificuldades e no seu insucesso.

As escolas profissionais foram criadas em 1989, já com um estatuto inovador que teve origem no Decreto de Lei 24/89, de 21 de janeiro, que define um novo modelo de escola, que não tinham de ser obrigatoriamente criadas diretamente pelo estado, mas nasceriam de um programa de contrato entre o estado e um conjunto de parceiros locais.

A partir de 1989, começa a ser obrigatória uma escolaridade de 9 anos dividida por três ciclos, 4 anos de 1.º ciclo, mais 2 anos de 2.º ciclo e 3 anos de 3.º ciclo. As escolas secundárias disponibilizavam cursos gerais e cursos tecnológicos, escolas profissionais e centros de formação profissional com cursos de formação, onde

os cursos teriam a duração de três anos (no caso da formação em alternância, admitia-se a possibilidade de alargar alguns meses este período) e todos (todos, sem exceções) teriam três componentes formativas no quadro de um currículo comum (formação geral ou sociocultural, formação específica ou científica e formação técnica ou tecnológica) [sendo que todos teriam diferentes diplomas] (Azevedo, 2015, p.11).

A influência do contexto europeu, aumentou imenso a escolarização e representou um forte crescimento do ensino secundário.

No entanto, atualmente o sistema público de educação escolar e profissional continua a ser melhorado através da certificação profissional, como forma de se aproximar das necessidades do mercado.

5. Recurso aos *softwares* de representação gráfica

O recurso a um suporte digital permite utilizar uma linguagem visual mais próxima dos alunos que a oral. Por esse motivo, nos tempos que correm é necessário refletir sobre a utilização das novas tecnologias no âmbito do ensino e aprendizagem.

O computador (...) deve ser utilizado, não como uma máquina de ensinar, mas como uma ferramenta de aprender, isto é, como uma tecnologia que pode facilitar, da parte dos alunos, o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para que aprendam a aprender e para que aprendam sempre (Chaves, 2000).

A utilização de *software* adequado à matéria a lecionar pode ser estimulante para os alunos. Ao utilizar uma linguagem mais próxima das novas gerações, habituadas desde muito cedo a lidar com este tipo de linguagem, o processo educativo será, naturalmente, muito mais apelativo e aliciante.

Essa faceta permite a exploração dessas mesmas transformações, que estão na raiz do próprio *software*, o que dá entrada ao aluno, na Geometria, através de um conceito extremamente lato e poderoso, que está na essência das projecções utilizadas na representação descritiva. Por outro lado, a arquitectura destes programas de computador, favorece o desenvolvimento de um ensino/aprendizagem baseado na experimentação e na descoberta permitindo deduzir, a partir de indícios, as leis gerais que governam os problemas geométricos que vão sendo propostos (Pacheco, 2001 p. 105).

No âmbito da escolha dos recursos a utilizar no projeto pedagógico deparamo-nos com alguns constrangimentos que rapidamente foram ultrapassados e validados como uma mais-valia na construção das aulas.

O facto de se estar a ensinar a alunos de um curso profissional com uma parte técnica mais apurada e organizada, permite que se possa fazer uma interdisciplinaridade nos processos de criação, permitindo desenvolver projetos transversais a outras disciplinas.

5.1 Programas auxiliares para a construção dos modelos

5.1.1 *AutoSketch*

O *AutoSketch*, foi um programa seleccionado para realizar os exercícios passo a passo, tem um ambiente parecido a outros programas de desenho, de fácil percepção das ferramentas de utilização.

A utilização deste programa foi essencial para o desenho técnico no computador, deixando mais tempo para o acompanhamento individual dos alunos na sala de aula.

Este *software* é utilizado essencialmente em arquitetura, engenharia, ilustração, design e outras áreas, embora pertença à Autodesk, como o *AutoCad*, é bastante intuitivo.

Revelou ser uma poderosa ferramenta de trabalho para quem quer dar um novo dinamismo à Geometria Descritiva, pois facilitou a preparação antecipada do exercício a resolver na aula, permitia explorar os vários passos do exercício, rever o exercício e consolidar a matéria.

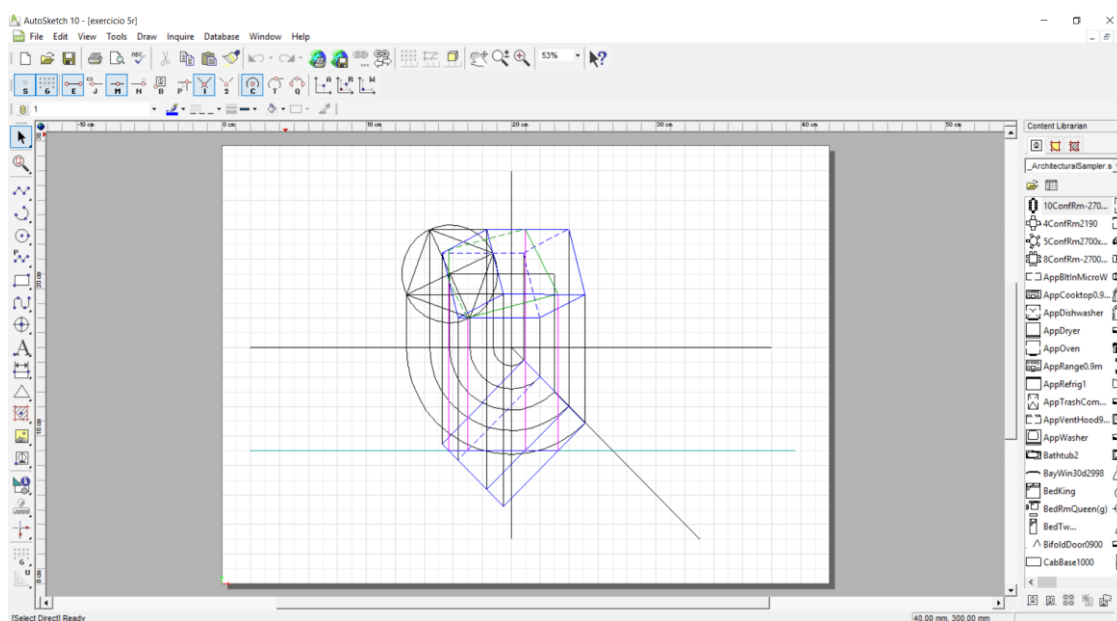


Figura 18 - Vista do menu do programa *AutoSketch* (fonte própria)

5.1.2 *AutoCad*

O programa de AutoCad nasceu em 1982 mas tem vindo a ser desenvolvido desde então, utilizado na arquitetura, no design, nas engenharias e em vários ramos da indústria. Particularmente neste projeto, foi o programa utilizado para construir os sólidos impressos em 3D.

CAD significa computer aided design ou desenho auxiliado por computador, criado e comercializado pela Autodesk, Ink, utilizado para desenho técnico em 2D e 3D, assim como criar modelos tridimensionais.

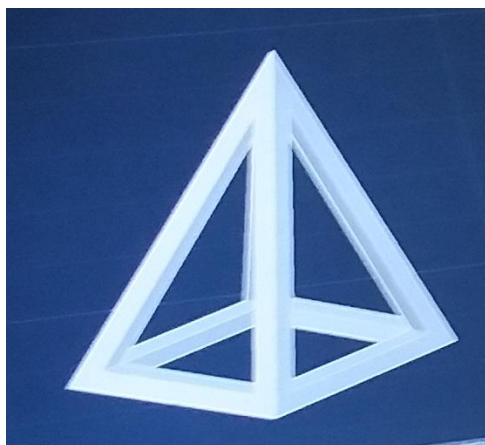


Figura 20 - Desenhos realizados em *AutoCad* pelos alunos (fonte própria).

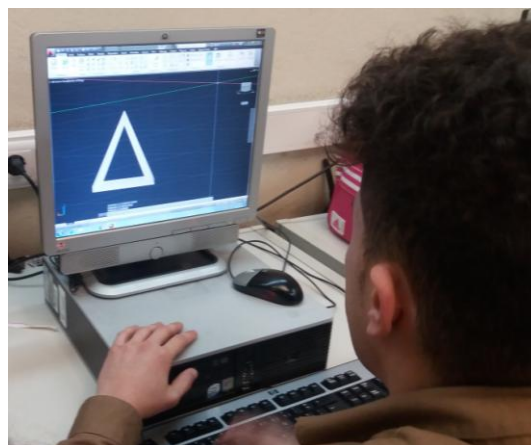


Figura 19 - Sólidos Desenhados em sala de aula pelos alunos (fonte própria).

5.1.3 *PowerPoint*

O *PowerPoint* pode aliar-se aos outros programas já referidos, funcionou para fazer uma junção de documentos para exploração nas aulas. Assim, permitiu fazer a ponte entre as imagens e a sua apresentação passo a passo.



Figura 21 - O programa *PowerPoint* foi a base para a organização dos exercícios passo a passo (fonte própria).

5.2 Impressão 3D

As impressoras 3D tiveram origem em 1984, pelo norte-americano Chales Hull, que patenteou a sua invenção e criou a empresa System Corp. Ainda hoje uma das empresas de maior sucesso nesta área.

Com a evolução tecnológica o custo destas impressoras tem vindo a baixar. A impressão 3D funciona por Fused Deposition Modeling, ou seja modelagem por fusão e depósito em camadas até chegar à forma final (método aditivo), embora ainda estejam longe da perfeição. Nas impressoras mais usuais o objeto final não fica tal e qual o modelado no *software* de modelagem 3D, no entanto ficam bastante próximas.

Numa primeira fase o objeto tem de ser construído num *software* de modelagem tridimensional. Posteriormente o computador envia as instruções à impressora, a matéria-prima é aquecida para depois se depositar, lentamente no tabuleiro em camadas finas, que vai sendo colocada pela impressora criando o objeto semelhante ao que foi projetado. O tempo de impressão é variável consoante o tamanho pretendido, estimado em cerca de 12 horas para objetos pequenos.

Segue-se uma fase final onde a destreza humana está patente, remove e aperfeiçoa pontos, que a técnica ainda não conseguiu ultrapassar.

Já existem imensas aplicações de objetos 3D, os mais conhecidos são na área da saúde, na arquitetura e na moda.



Figura 22 - Sapatos impressos a 3D (fonte: <http://marteeparaosfracos.blogspot.pt/2014/12/estudio-de-design-desenvolve-vestido-em.html>).



Figura 23 - Vestido impressos em Impressoras 3D (fonte: <http://livingshoes.blogspot.pt/2015/09/>).

São muitos os exemplos de objetos impressos a 3D como: acessórios, brinquedos, peças de jogos, capas para telemóveis, esculturas, objetos de decoração, protótipos, modelos, moldes, sapatos e até mesmo outras impressoras 3D.



Figura 24 - Instrumento musical impresso a 3D (fonte: <https://allaxess.com/news/odd-guitars-aims-make-music-3d-printing-technology/>)

Com o fim de algumas patentes em 2007, conseguiu-se baixar o preço destes equipamentos e, assim, tornar possível criar quase instantaneamente um objeto, o que embora pareça ficção científica, já é possível sendo cada vez mais próxima de todos.

As vantagens desta tecnologia é utilizar apenas o material que necessita, sendo insignificante o desperdício, poder criar o seu objeto através da modelação 3D e assim criar um objeto personalizado, podendo à posteriori, através da comercialização de produtos, criar um negócio. As impressoras mais comuns não conseguem fazer ainda objetos muito complicados e as dimensões ainda são reduzidas. A calibragem dessas máquinas é complexa e pode levar muito tempo para que a impressora comece a funcionar perfeitamente. Os materiais mais utilizados são uma enorme variedade de plásticos com destaque para o ABS (*Acrilonitrila butadieno estireno*) tipo de polímero bastante rígido e leve, o qual apresenta um ótimo equilíbrio entre resistência e flexibilidade e o PLA ou Ácido Poliático, um polímero biodegradável. O PLA é mais eficiente que o ABS pois tende a deformar menos, uma vez que atinge o ponto de fusão a uma temperatura mais baixa.

Os objetos impressos a ABS podem ter uma qualidade um pouco maior mas os objetos impressos a PLA são mais resistentes. O PLA é menos viscoso em estado líquido e com um ponto de fusão mais baixo exige menos força da extrusora, podendo aumentar a durabilidade da máquina. O custo é similar sendo ambos relativamente acessíveis.

O PLA é um políácido láctico, um polímero termo plástico que foi inventado para substituir o plástico normal, este tem propriedades idênticas com a maior vantagem de ser biodegradável. No processo da produção de PLA, as bactérias produzem o ácido láctico por meio do processo de fermentação de vegetais ricos em amido como a beterraba, o milho e a mandioca, é feito através de uma fonte renovável.

A Makerbot aposta no desenvolvimento de máquinas com maiores dimensões cujo objetivo é a reprodução de objetos maiores. Atualmente, ainda não é possível imprimir uma casa completa, mas supõe-se que no futuro será.

Ao nível da saúde, existem já impressoras que conseguem imprimir órgãos humanos através de células humanas. Estas impressoras processam a impressão à semelhança das impressoras 3D mais usuais, sendo que o filamento de plástico é substituído por um filamento de células tronco com células de algum órgão específico como por exemplo o rim.

A durabilidade destas células constitui o maior problema com que a ciência, atualmente, se depara acreditando-se que será ultrapassado com o desenvolvimento dos materiais e técnicas utilizadas.



Figura 25 - Impressão de material de assistência médica adaptado ao corpo humano (fonte: <http://latest-fulldownload.blogspot.pt/2015/05/3d-printing-will-change-world-that-we.html>)



Figura 26 - Impressão 3D de Próteses (fonte: <https://whatscreativeluc.blogspot.pt/2014/04/personalized-prosthetics-from-awkward.html>).

5.3 Os laboratórios de fabricação digital

O «laboratório de fabricação digital com o objetivo de apoiar a criatividade e o desenvolvimento de novos projetos colaborativos através de acesso a equipamentos e conhecimento» (Parra, 2016).

Estes laboratórios pretendem tornar possível a democratização destas tecnologias, criar novos projetos pessoais e colaborativos através de tecnologias digitais, que permitem criar quase tudo.

Estes laboratórios estão equipado e apetrechados com materiais e máquinas bastante evoluídas, no presente, nomeadamente impressoras 3D, corte a laser e fresadoras, dispendo ainda de computadores com *softwares* para a construção tridimensional das peças. Exemplo deste tipo de laboratórios, é o Project Labb, onde foi possível desenvolver e construir os modelos tridimensionais de apoio a estas aulas de Geometria Descritiva

5.3.1 O Project Labb

Este projeto começou em 2013, com a organização de alguns meios tecnológicos que a Faculdade de Belas-Artes da Universidade de Lisboa já possuía, mas como estavam a ser pouco rentabilizados, foram criados novos espaços de apoio aos alunos e aberto à comunidade, embora tenha prevalecido o apoio ao curso de Design de Equipamento, com o objetivo de desenvolver novos projetos e realizar protótipos.

A ideia essencial deste laboratório é aproximar o ensino académico e a indústria, sendo este um espaço aberto ao funcionamento de parceria com as empresas, para que os conhecimentos e as técnicas desenvolvidas pela faculdade possam chegar à indústria.

Deixando de lado a ideia de “loja de fotocópias”, mas sim de um local de desenvolvimento de produto é essencial ao curso de Design a existência deste espaço. As sinergias criadas por este processo contribuem de forma inigualável, para a criatividade e para o desenvolvimento do saber fazer.

FABLABB

Este laboratório opera para realizar protótipos de modo rápido através da modelação 3D em diferentes materiais, desde a impressão 3D ou a utilização da CNC, onde as ideias se materializam.

A produção é sempre um processo demorado e visa a conceção de um conjunto de modelos para reabsorver problemas técnicos e de construção.



Figura 27 - Laboratório de prototipagem (fonte: catálogo de Design de Equipamento da FBA-UL).

INFOLABB

Espaço físico com um conjunto de meios tecnológicos, como computadores com *software* 3D onde os alunos desenvolvem os seus projetos a partir do AutoCad, SolidWorks ou 3D Studio Max.

OPENLABB

Espaço aberto à comunidade para a realização de novos projetos, workshops e debates.



Figura 28 - Workshops de introdução à fabricação industrial (fonte: catálogo de Design de Equipamento da FBAL)

5.3.2 Objetivos do Project Labb

O Project Labb que tem vindo a crescer ao longo do tempo, assumindo-se como um espaço muito importante para a concretização de diversos projectos, não só de alunos, como de professores, mas também de entidades externas à Faculdade, no entanto tem um conjunto de objetivos estabelecidos que pretendo atingir, nomeadamente:

- estabelecer uma maior proximidade com as tecnologias digitais de produção e a realidade, proporcionando profundas mudanças cujas tendências contemporâneas facilitam a produção e o fabrico de novos objetos;
 - concretizar e materializar ideias, dado o menor condicionamento das tecnologias de produção na modelação e formalização, mas também de contribuir para a fabricação de protótipos e pequenas séries em situações reais;
 - contribuir para a implementação de pequenos projetos, iniciativas e negócios, permitindo aos alunos o alargamento dos seus horizontes de trabalho;
 - alargar as possibilidades de investigação e de experimentação nas diversas vertentes, materiais e tecnológicas;
 - estreitar relações no meio académico, não só porque acaba por haver diversos pretextos para que este laboratório seja um ponto de encontro, mas pelo facto de potenciar diversas parcerias e trabalhos de grupo;
 - estabelecer proximidade com o mercado de trabalho e empresarial pelas parcerias que têm surgido no decurso da constituição do Project Labb;
 - Fortalecer a manutenção do contacto com antigos alunos, uma vez que estes têm voltado à faculdade para aqui desenvolverem os seus projetos;
 - melhora a imagem da faculdade e dos seus cursos;
 - contribuir para o retorno financeiro através dos serviços prestados, ainda que não tenham atingido, de modo algum, o seu ponto de equilíbrio (break even point).
- (notas cedidas pelo professor Cristóvão)

6. Intervenção pedagógica

6.1 Caracterização da turma

A turma do 12.º ano do Curso Profissional de Técnico de Design, é constituída por 23 alunos, 14 do género masculino e 9 do género feminino. Dos 23 apenas 18 frequentam assiduamente as aulas de Geometria Descritiva, 11 rapazes e 7 raparigas, que fizeram parte deste estudo de caso.

Nesta turma, todos os alunos vivem com os seus pais ou avós e o seu agregado familiar varia entre 3 a 6 pessoas.

A faixa etária destes alunos está compreendida entre os 17 e os 22 anos e embora seja uma turma com idades tão diferentes, não existe uma grande disparidade de comportamentos.

Estes alunos frequentam esta escola há alguns anos e a maior parte já teve pelo menos uma retenção.

Quanto ao nível social, os alunos são provenientes de famílias com médios/baixos rendimentos.

A grande maioria vive em Odivelas ou nas imediações, com apenas duas excepções um que mora em São João da Talha e outro em Lisboa.

Os alunos, oriundos de vários países são, maioritariamente, de nacionalidade portuguesa, dois são brasileiros, um russo, um angolano, um cabo-verdiano e um são-tomense, facto que é demonstrativo da diversidade cultural que existe na turma.

A turma, de um modo geral, é interessada, muito embora o aproveitamento não demonstre grandes progressos, pois são muito instáveis, em termos de concentração na sala de aula.

Neste estudo os alunos já se encontravam no 12.º ano, e em termos do interesse demonstrado houve grandes diferenças em relação ao 11.º ano. Só o facto de se sentarem nas mesas da frente, comparativamente às primeiras aulas do 11.º ano, em que se sentavam atrás, mostra que o professor conseguiu ganhar a atenção dos alunos. Houve de facto grandes mudanças na atitude dos alunos, sentados nas mesas em frente ao quadro e participam ativamente.

6.2 Espaço da sala de aula

As aulas de Geometria Descritiva são lecionadas na sala D3, do Pavilhão A3A, situado no piso superior.



Figura 29 e Figura 30 - Vista global da sala de aula (Fonte própria).

A sala D3 tem um formato é retangular, com cerca de 6,75 metros por 10,20 metros, num total de 68,85 m², e pé direito de 4 m. A sala tem apenas uma porta de acesso situada na parede lateral direita, e é contígua com um corredor que dá para um vão de escadas.

A iluminação tanto é de forma natural como artificial, uma vez que esta apresenta quatro grandes janelas que ocupam a totalidade da parede lateral esquerda, tornando esta sala ampla e luminosa. Quanto à luz artificial esta só é utilizada como recurso, é constituída por 12 candeeiros de luz fluorescente, que são distribuídos pelo teto em filas de 3 por toda a sua totalidade, e ainda por uma lâmpada que encontra por cima do quadro.

A sala tem 34 mesas com a respetiva cadeira, distribuídas longitudinalmente em quatro filas.

O quadro é em lousanite verde, para uso de giz, situa-se na parede do topo da sala e tem 120 cm de altura e 250 cm de comprimento. Junto ao quadro encontra-se a secretária do professor com um computador, que dá acesso ao programa da escola, para registo do sumário e das faltas dos alunos. Esse computador também é utilizado conjuntamente com o projetor e o quadro interativo, sendo que este

último encontra-se desativado. Existem ainda, alguns armários junto às paredes onde os professores guardam os materiais para as suas aulas.

Na parede junto ao quadro estão os materiais de desenho e construção (régua, esquadros, transferidor e compasso).

6.3 Planificação global da disciplina

A disciplina de Geometria Descritiva B, do Curso Profissional de Técnico de Design do Equipamento, tem uma carga horária de 200 horas distribuídas pelo 11.º e 12.º anos, num total de 100 horas/ano.

As aulas semanais distribuem-se por 2 blocos de 45 minutos que perfazem um equivalendo a um bloco de 90 minutos duas vezes por semana, conforme tabela 9.

Abraçando os princípios orientadores sugeridos pelo Ministério da Educação para os cursos profissionais, para um melhor cumprimento dos objetivos da disciplina, espera-se que tudo flua com a clareza e a objetividade que é característica. A planificação é realizada atempadamente pelo professor que elabora e produz os recursos e materiais utilizados na disciplina.

No que concerne aos cursos profissionais, as disciplinas são divididas por vários módulos sendo que a Geometria Descritiva tem 7 módulos, 4 lecionados no 11.º ano e os restantes no 12.º ano.

A planificação serve como fio condutor para o ano letivo, tendo sido interligados os conteúdos e as competências, como um cálculo do que se pretende fazer, considerando as atividades educativas previstas para aquele ano letivo, os recursos didáticos, os instrumentos de avaliação e principalmente o contributo dos alunos.

A planificação é um instrumento essencial para a atividade docente, pois tem como objetivo organizar e prever a interação do professor/aluno:

O acto de planificar apresenta-se como uma competência específica e imprescindível do professor que lhe permite configurar, através de um plano mental ou escrito, os vários elementos didáticos nos quais se baseará para estruturar o processo de ensino/aprendizagem, proporcionando-lhes uma redução de incerteza e insegurança. (Pacheco, 2001, p.105)

Durante o ano letivo são, ainda, preparadas as planificações a curto prazo, designadas como plano de aula, que neste caso se refere aos módulos (Arends, 1999, p.59). Salinas (1994, p.137) refere ainda, que as planificações

Esquematizam o conteúdo a ser leccionado, as técnicas motivacionais a serem exploradas, os passos e actividades específicas preconizadas para os alunos, os materiais necessários e os processos de avaliação.

Através da planificação passamos para a organização clara e concisa da aula. Esta começa sempre com o registo do sumário, seguida da explicação sumária do exercício a realizar, considerando o funcionamento e o ritmo da turma, já anteriormente observados.

Quanto à planificação do módulo trabalhado neste projeto, apresentado antecipadamente e discutido com o professor cooperante e o professor orientador no decorrer do processo educativo do módulo, encontra-se resumida na seguinte tabela.

Ano		Módulo		Conteúdos	Horas Ref. Prog.	Horas		Aulas (45 min)	Início	Conclusão
2015/2016	11.º Ano	1	1	Geometria no espaço Sistemas de representação	21	2	4 aulas de 45 min/sem	28	22/09/2015	06/11/2015
		2	2	Representação Diédrica I Ponto e Reta	24	31		41	10/11/2015	12/02/2016
		3	3	Representação Diédrica II – Figuras planas e plano.	30	30		40	12/02/2016	03/05/2016
		4	5	Representação Diédrica IV Métodos Geométricos Auxiliares	27	18		24	03/05/2016	21/06/2016
		Total 11.º ano			102	100		133		
		2016/2017	12.º Ano	5	4	Representação Diédrica III Intersecções e sólidos	36	36	4 aulas de 45 min/sem	48
6	6			Representação Diédrica V Sólidos e secções	30	32	43	03/01/2017		22/03/2017
7	7			Representação Axonométrica	30	32	43	22/03/2017		21/06/2017
Total 12.º ano				96	100		134			
Total do curso				198	200		267			

Tabela 9 - Planificação Geral 2015/2016 a 2016/2017 (fonte: documentos disponibilizados pelo professor cooperante).

6.4 Funcionamento das aulas

No início de cada módulo foi apresentado aos alunos um texto explicativo do método geral da resolução dos exercícios, bem como dos objetivos inicialmente previstos, através de uma apresentação expositiva diversificada, nomeadamente formatos digitais e/ou registos no quadro. Também foi realizada uma sensibilização para a improvisação dos modelos tridimensionais, nomeadamente para os já existentes dentro da sala como cadernos (como planos de projeção), lápis (retas) e

folhas (planos), coisas que pudessem ser alusivas aos planos de projeção como por exemplo a parede e o chão, como muitas outras coisas.

No entanto, o modelo de aula aqui apresentado inclui, numa primeira fase, a observação de um modelo tridimensional, representativo do problema/exercício dado, como forma dos alunos entenderem no espaço, para depois se resolver bidimensionalmente. Esta estratégia tenta ir ao encontro das sugestões apresentadas no programa da disciplina que defende “uma didáctica assente no uso de modelos tridimensionais, especificamente concebidos para leccionar Geometria Descritiva”. Neste caso, recorreu-se a um modelo de acrílico espelhado para representar os planos de projeção, papel de cores cartonado para fazer os planos de interseção e impressões 3D de sólidos.

No segundo momento da aula, o professor cooperante apresentava um exercício à turma, resolvendo seguidamente, passo a passo, no quadro de giz, com cor. A tentativa de mudança, nesta fase, foi utilizar o programa *Autosketch*, que permitia apresentar o exercício passo a passo, com uma base de suporte de apresentação em *PowerPoint*, escolha que acabou por deixar mais tempo para o professor esclarecer as dúvidas individualmente, com o objetivo de melhorar a compreensão por parte dos alunos.

O programa da disciplina sugere também, sempre que possível, uma abordagem interdisciplinar, nomeadamente com disciplinas de carácter oficial.

Consoante as dificuldades dos alunos, mais especificamente a visualização no espaço e a passagem do abstrato para o concreto e vice-versa, foram adaptadas algumas estratégias e metodologias didáticas, com o objetivo de estabelecermos um entendimento dos conteúdos transmitidos.

6.5 Recursos e materiais disponíveis para a leção da disciplina

O professor cooperante tem uma forma cuidada de desenhar os exercícios no quadro, fruto da sua larga experiência nesta disciplina. Todo o desenho apresenta a informação forma clara, sem sobreposições, com a ajuda de materiais riscadores próprios e de várias cores.

Para acompanhar as suas aulas o professor cooperante recorre frequentemente a modelos tridimensionais do quotidiano escolar (cadernos, lápis e canetas, etc), mas também tem um modelo realizado tridimensionalmente em PVC flexível, que o acompanha desde o início da sua carreira como professor de Geometria Descritiva, e que se encontra impecavelmente estimado. Também são utilizados sólidos de madeira, que pertencem à escola, e de já apresentar um grande nível de desgaste.

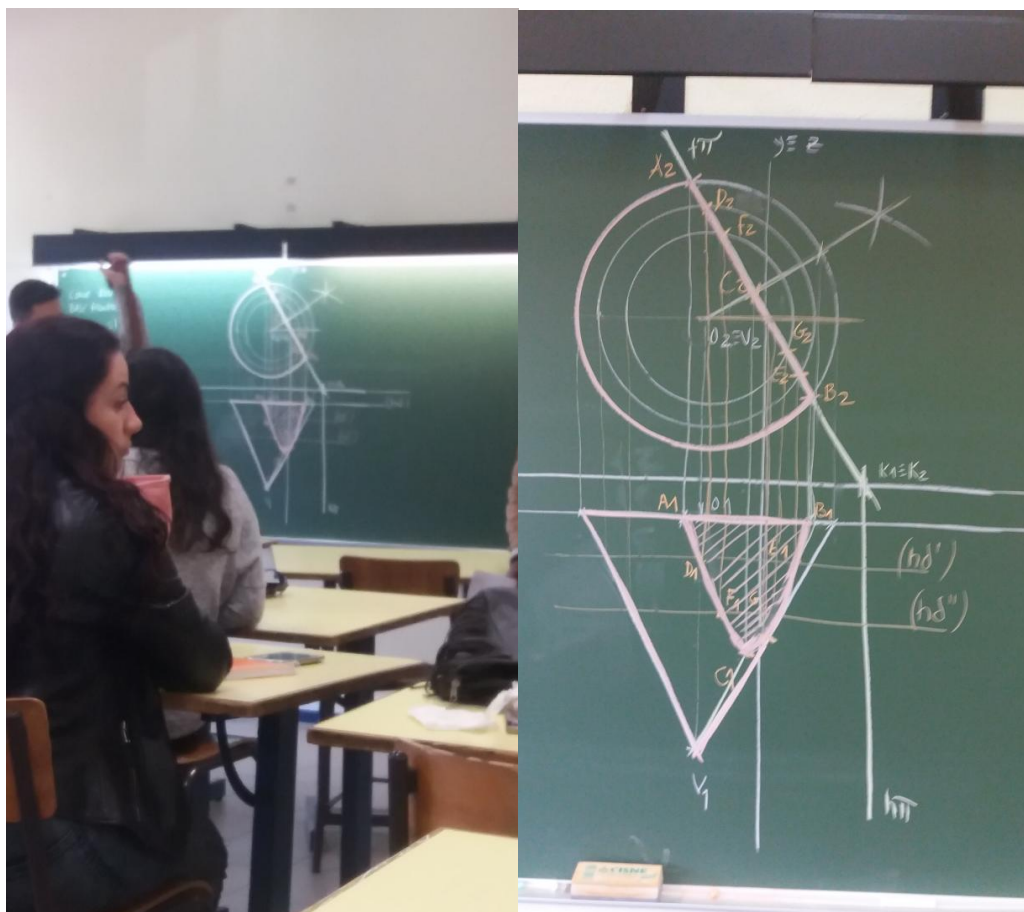


Figura 31 - Exercício desenhado pelo professor cooperante a giz de cor (fonte própria).

O quadro representa um espaço de sistematização da matéria que está as ser lecionada e como esta é uma turma pequena é exequível o acompanhamento do aluno individualmente e em grupo, embora esse método seja muito extenuante para o professor.



Figura 32 - Sala de aula no quotidiano (fonte própria).

6.5.1 Material necessário por parte dos alunos na prática da Geometria Descritiva

No início do 11.º ano foi facultado uma lista de materiais necessários para a disciplina de Geometria Descritiva como: caderno diário A4; aristo; lapiseira 0,5mm; borracha preferencialmente branca; compasso; e canetas de cores.

Os alunos também foram sensibilizados para a importância do caderno diário. Ter um caderno bem organizado permite reunir de toda a matéria num único documento de estudo de apoio à disciplina. O caderno tem como objetivo conter toda a matéria dada nas aulas já que no ensino profissional não existe a obrigatoriedade de um manual escolar.

O rigor na Geometria Descritiva é imprescindível e por isso, a utilização de um aristo por parte dos alunos é essencial, o que nem sempre acontece. O contexto desta turma funciona muito como uma pequena comunidade, onde existe uma grande partilha, pois nem todos têm as mesmas possibilidades económicas e dentro da escola não existem materiais de desenho para os alunos utilizarem.

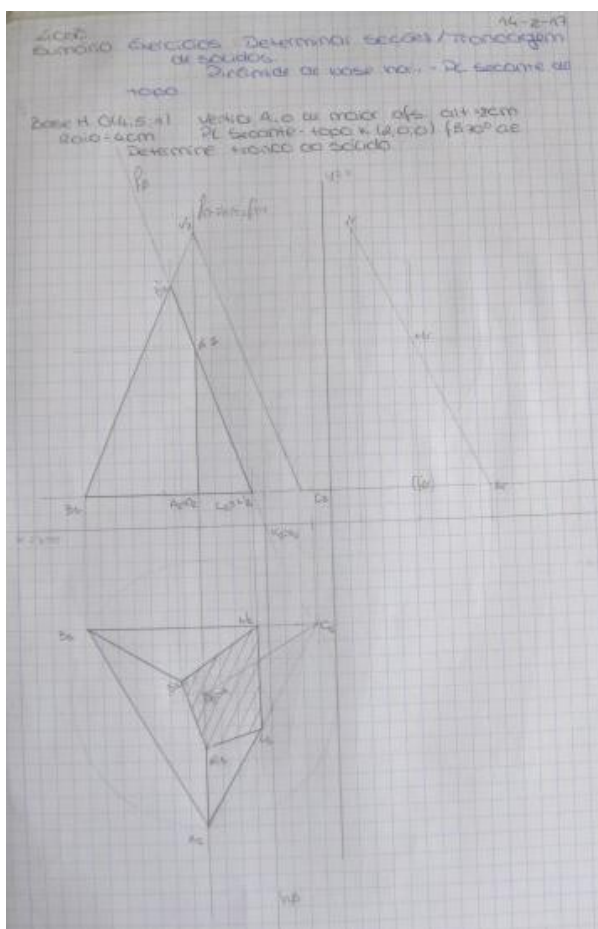


Figura 33 - Exemplo de caderno diário (fonte: própria).

6.6 Desenvolvimento dos materiais didáticos para secções de sólidos

6.6.1 Estruturação do problema

Pesquisa sobre materiais didáticos para a Geometria existem algumas opções no mercado e existem alguns objetos em comercialização mas com preços elevados, nomeadamente o Geomag, conforme a figura seguinte.



Figura 34 - Materiais didáticos já existentes no mercado (fonte: própria).

Após observar os materiais existentes para apresentar nas aulas de Geometria Descritiva, foi possível concluir que os poucos sólidos que havia na sala de aula, estavam em mau estado, com algumas exceções, conforme figura seguinte.



Figura 35 - Cone em acrílico com secções a cores (fonte própria).

Após este pequeno levantamento decidiu-se que seria pertinente desenvolver um conjunto de modelos tridimensionais para apoiar a disciplina, mais concretamente o módulo de secções de sólidos, seleccionado para trabalhar neste estudo, com o objetivo de estimular a aprendizagem.

Na procura de uma solução para a construção destes modelos, surge o Project Labb como laboratório de objetos em 3D. Depois de investigar sobre a metodologia e os procedimentos para realizar estes objetos, tornou-se claro que esta seria uma via pertinente para a construção destes objetos.

Numa primeira fase estes sólidos teriam de ser modelados em 3D e só depois é que poderiam ser impressos. Antes de se fazer uma impressão definitiva realizou-se um estudo prévio relativamente aos materiais e escolha da impressora mais adequada para realizar esta impressão, uma vez que nem todas se comportavam da mesma forma.

Após se optar pela impressora Prusa I3 e escolher a cor amarela e o tipo de fio partiu-se para a impressão dos sólidos. A escolha da cor amarela foi prepositada, para que os alunos pudessem ver os objetos de qualquer ponto da sala.



Figura 36 - Objetos impressos em 3D para a realização deste projeto (fonte própria).



Figura 37 - Estudo prévio para a realização dos planos de secção (fonte própria).

O primeiro modelo ficou demasiado pequeno o que fez com que fosse necessário aumentar a escala dos objetos a imprimir. O processo de impressão foi relativamente demorado, pois cada estrutura de sólido levou em média 15 horas a imprimir.



Figura 38 - Comparação entre o primeiro modelo e os outros (fonte própria).

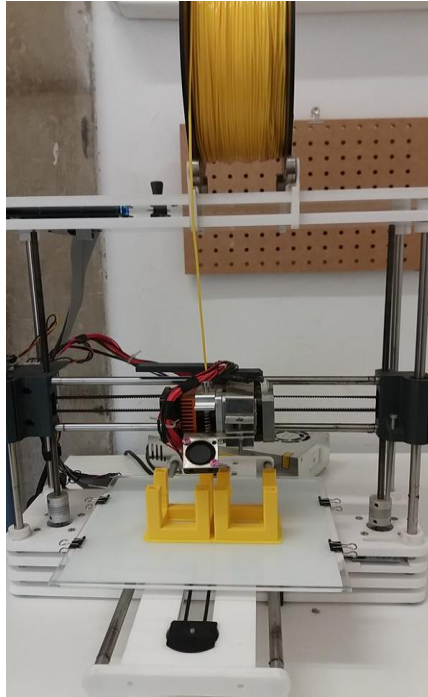


Figura 39 - Impressora 3D em funcionamento (fonte própria).

Após se concluir a impressão dos sólidos, estes apresentam algumas imperfeições, conforme como se pode ver na figura em baixo pelo que tentámos resolver essas imperfeições lixando os objetos, até ficarem concluídos.



Figura 40 - Imperfeições do objeto impresso (fonte própria).

No caso particular da pirâmide pentagonal ficou algumas imperfeições, motivo que levou a repetir a impressão com uma nova máquina, a Makerbot Replicator 2x. O resultado do acabamento foi melhor, mas como houve necessidade de fazer em duas partes, assim, o objeto ficou menos resistente, relativamente aos outros.



Figura 41 - Sólido impresso na impressora Makerbot (2013), (fonte própria).



Figura 42 - Sólido impresso na Makerbot (2013), já colado (fonte própria).

Para os planos de projeção foram utilizadas placas acrílicas espelhadas, com o objetivo dos alunos rapidamente obterem a projeção dos sólidos, considerando o eixo x a linha de interseção das duas placas colocadas ortogonalmente.



Figura 43 - Placas Acrílicas espelhadas (fonte própria).

Quanto às secções, estas ficaram representadas por cartões de cores, para garantir uma visibilidade na sala de aula, incluindo a linha resultante da secção,

No decorrer da construção destes sólidos, existiram diversos condicionalismos técnicos, nomeadamente que todos os sólidos tinham de ter uma altura máxima de 18 cm, aspeto que fez com que a pirâmide tivesse que ser impressa em duas partes e

6.7 Intervenção

6.7.1 Unidade lecionada

O módulo selecionado para ser trabalhados nesta intervenção foi o Módulo 6 - Representação Diédrica V - Sólidos e Secções, centrado no estudo de sólidos com base ou bases situadas em planos projetantes, assim como, a determinação de secções planas de sólidos em situações simples.

Basicamente, quando os sólidos têm base(s) projectante(s), estudam-se os casos de secções produzidas por planos paralelos aos planos de projecção e, quando os sólidos têm base(s) paralela(s) aos planos de projecção, consideram-se as secções produzidas por qualquer plano projectante.(programa da disciplina)

De seguida é apresentada uma tabela que apresenta os sumários das aulas que fizeram parte desta intervenção.

Aula	Data	Atividades
1 e 2	31/1/17	Secções / truncagem de sólidos. Pirâmide de base horizontal / frontal – plano secante horizontal / frontal.
3 e 4	1/2/17	Pirâmide de bases horizontais / frontais – plano secante horizontal /
5 e 6	7/2/17	Exercício prático da avaliação – pirâmide de base de topo – plano secante frontal (truncagem).
7 e 8	8/2/17	Prisma de bases verticais – plano secante frontal.
9 e 10	14/2/17	Pirâmide de base horizontal – plano secante topo.
11 e 12	15/2/17	Exercício prático da avaliação – prisma de bases frontais – plano secante vertical (truncagem).

Tabela 10 - Sumários das aulas (fonte própria).

6.7.2 Relatório

O objetivo desta intervenção centra-se no desenvolvimento da capacidade de visualização mental e representação gráfica de formas reais ou imaginadas, bem como de entender como é que os recursos didáticos podem contribuir para a aprendizagem da Geometria Descritiva. Desta forma, tornou-se pertinente, após as observações realizadas no âmbito da Iniciação à Prática Pedagógica, contruir um conjunto de sólidos em 3D, com o objetivo de desenvolver a capacidade de perceção dos espaços, das formas visuais e das suas posições relativas.

No início de cada aula registava-se o sumário para que todos os alunos tivessem conhecimento da matéria a lecionar, seguidamente introduzia-se o tema,

recorrendo ao vídeo de apresentação das secções (<http://mariajoaomuller.com/gda/ano/11/manual/exercicio.php?id=362>), onde foram projetadas algumas imagens ilustrativas, servindo de exemplo as imagens abaixo apresentadas.

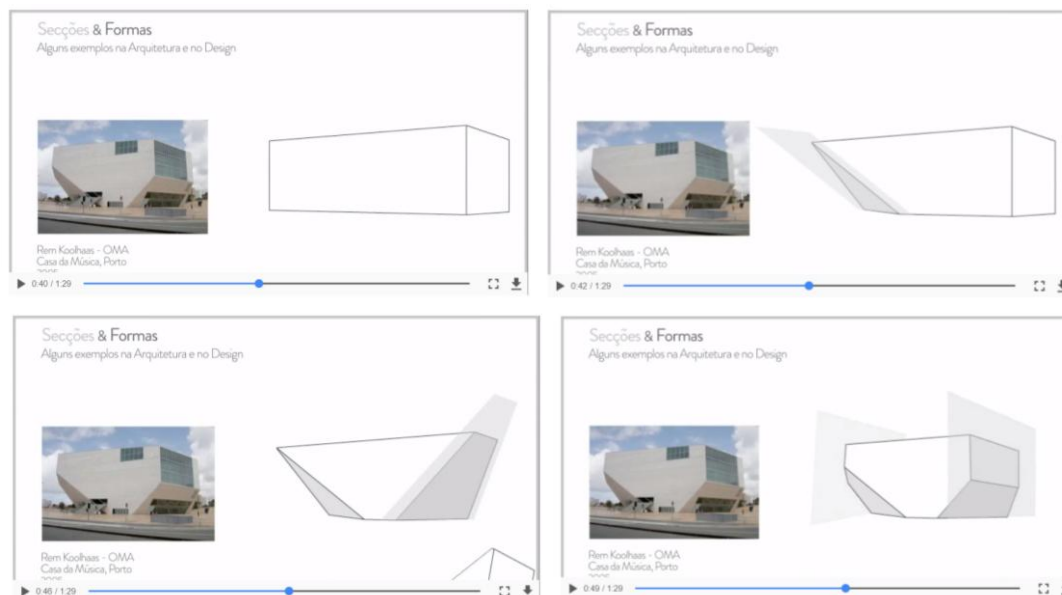


Figura 44, 45, 46 e 47 - Imagens do vídeo apresentado em aula (fonte: <http://mariajoaomuller.com/gda/ano/11/manual/exercicio.php?id=362&num=1&tpl=11>).

Esta unidade didática é constituída por 12 aulas de 45 minutos. A primeira e a segunda aula foram dedicadas, respetivamente, às secções/truncagem de sólidos e pirâmide de base horizontal/frontal – plano secante horizontal/frontal.

Nestas aulas foi proposto o **Exercício 1** de uma pirâmide pentagonal regular de base horizontal seccionada por plano secante horizontal, que tinha como objetivo determinar o sólido resultante da secção produzida pelo plano secante na pirâmide, entre o Plano Horizontal de Projeção e o plano secante. Para realizar a construção do problema, optou-se por apresentar o referido exercício em *PowerPoint*, passo a passo (como se pode ver no apêndice 1). Este exercício, como se tratava de uma pirâmide pentagonal, levantou um problema recorrente entre os alunos, o não saberem desenhar o pentágono através da divisão do círculo em cinco partes iguais, o que acabou por levar mais tempo do que o inicialmente previsto, obrigando a que o exercício seguinte fosse mais acelerado.

Como **Exercício 2** a proposta apresentada foi uma pirâmide quadrangular regular, que acabou por ter uma maior aceitação por parte dos alunos que perceberam o exercício e realizaram-no num curto espaço de tempo sem

problemas de maior. Este exercício tinha como finalidade determinar o sólido resultante da pirâmide da secção produzida por um plano frontal, entre o Plano Frontal de Projeção e o plano secante.



Figura 48 - Pirâmide pentagonal seccionada por plano horizontal (fonte própria).



Figura 49 - Pirâmide quadrangular seccionada por um plano frontal (fonte própria).

No decorrer da terceira e quarta aula foi apresentado e realizado o **Exercício 3**, cujo problema se debruçava sobre a determinação da secção produzida por um plano secante horizontal num prisma triangular oblíquo de base horizontal. Este exercício teve uma melhor aceitação pelos alunos pois eles conseguiam ver melhor a secção resultante. Também aqui o exercício foi realizado em *AutoSketch 10* e

posteriormente colocado no *PowerPoint*, com as imagens sempre a preto. No entanto, nesta fase da implementação chegou-se à conclusão que era necessário colocar as etapas com diferentes cores, para facilitar o acompanhamento do exercício por parte dos alunos.

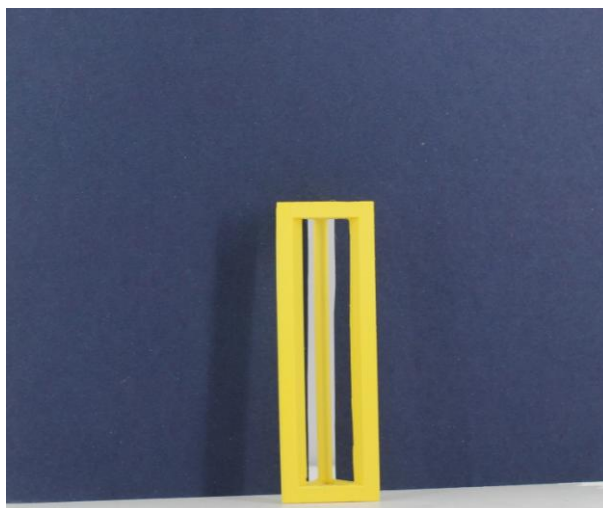


Figura 50 - Prisma triangular seccionado por um plano frontal (fonte própria).

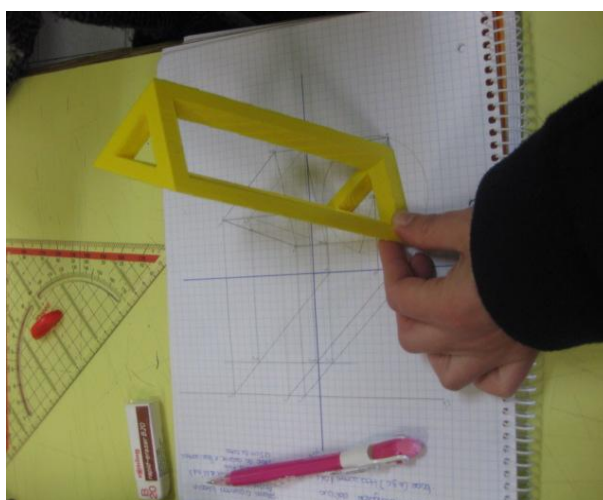


Figura 51 - Prisma triangular oblíquo (fonte própria).

A restante parte desta aula foi dedicada a outro exercício de prismas, o **Exercício 4**, que correspondia à determinação do sólido resultante da secção produzida por um plano secante frontal num prisma triangular regular de base horizontal, entre o Plano Frontal secante e o Plano Frontal de Projeção. Este exercício começou por ser bem aceite, por esse motivo consentiu-se que os alunos o resolvessem sozinhos para estimular a autonomia e a sua cooperação.

Na quinta e na sexta aula foi apresentado o **Exercício 5**, prático e de avaliação, constituído por um exercício para resolver em 90 minutos de uma forma autónoma. Mais uma vez, aqui foi decidido promover o trabalho colaborativo, onde os alunos foram colocados em grupos de dois para resolver este exercício. Neste caso concreto os alunos revelaram uma maior preocupação e esforço em realizar o exercício, uma vez que este constituía um elemento de avaliação.

Neste último exercício os alunos pediram ajuda, não só ao colega como também ao professor, para que o resultado fosse o mais conseguido possível. As dificuldades recorrentes são a falta de rigor no traçado, textura do exercício, a utilização de aristas danificados e sujos e a utilização de lápis de diferentes durezas.

Como em todas as disciplinas, existem alunos que têm mais dificuldades em entender o exercício, principalmente ao nível da interpretação do enunciado. A maioria dos alunos tem dificuldades em concentrar-se na leitura do enunciado do exercício, o que rapidamente vai ter impacto na concretização do exercício.

Na sétima e oitava aula o exercício proposto, **Exercício 6**, tem como problema a determinação da secção produzida por um plano secante num prisma quadrangular regular com a base vertical. Este exercício era um pouco mais complexo pelo que obrigou os alunos a uma maior reflexão e, por isso, solicitámos a todos que viessem observar o modelo 3D, constituído pelos planos de projeção, sólido e plano secante, onde foi possível observar que este conjunto de modelos contribuiu para a visualização no espaço e a representação diédrica.

Neste exercício concluiu-se que seria possível melhorar o *PowerPoint*, colocando as etapas descritas, pois os alunos percebem com maior facilidade se o suporte digital indicar quais são os passos a dar, facilitando a compreensão. Outro melhoramento relativo à apresentação em suporte digital foi a introdução de cores, cuja reação foi muito positiva.

Como as aulas ocorriam às terças-feiras, com início às 8,15 horas, muitos dos alunos chegavam atrasados e acabavam por entrar na sala de aula só no segundo tempo, o que destabilizava não só os colegas, como também o professor. No entanto, no decorrer das aulas notou-se uma crescente preocupação em chegar a horas para não perder informação dada pelo professor.

Na nona e décima aula realizámos o seguinte exercício, o **Exercício 7**, que correspondia à determinação do sólido resultante da secção produzida por um plano secante de topo numa pirâmide triangular regular de base horizontal, entre o plano secante e o Plano Horizontal de Projeção.

Neste último caso concreto, começou-se por representar as projeções do sólido, horizontal e frontal, marcou-se o ponto O, o ponto A, como vértice da base, de maior afastamento, e construiu-se o triângulo da base. Depois marcou-se os 8 cm de altura e a representação do sólido ficou concluída. Desenhou-se o plano secante de topo, contendo $K(2;0;0)$, e f_β com 70° (a.e). Marcaram-se os pontos da secção, com exceção do ponto A, que criou a necessidade de rever rebatimentos, particularmente do plano de perfil que contivesse a reta $[V_2 A_2]$.

Na décima primeira e na décima segunda aula lecionada, o trabalho proposto foi novamente um exercício prático, o **Exercício 8**, que pretendia determinar do sólido resultante da secção produzida por um plano secante vertical num prisma quadrangular oblíquo, de bases regulares contidas em planos frontais, entre o plano secante e o Plano Horizontal de Projeção.

Para observar a reação dos alunos, dado que estes não estavam habituados a interpretar os exercícios, no primeiro exercício de avaliação, realizado nas aulas o enunciado foi transmitido em voz alta, porém, no segundo foi diferente, a aula retomou o ritmo normal, desde que fizessem o exercício de forma acompanhada, sem existir uma leitura.

6.7.3 Sólidos realizados em AutoCad pelos alunos

No desenvolvimento deste projeto os alunos interessaram-se por realizar os desenhos dos sólidos em *AutoCad 3D*, uma vez que era um *software* que já dominavam em outra disciplina.

Na realidade acabou por não ser assim tão fácil de fazer por causa de não terem preenchimento, o que não impediu que os alunos fizessem o exercício sendo que cada grupo desenvolveu o seu trabalho consoante as suas capacidades. Existe alguma diferença de conhecimentos no *AutoCad 3D*. Há alunos que conseguem realizar os exercícios com uma enorme facilidade e outros nem tanto, mas todos contribuíram com o objetivo, não só de proceder à impressão dos sólidos na Faculdade de Belas Artes como também para que, no próximo ano, o professor os possa usar nas aulas de Geometria Descritiva.

Este trabalho desenvolveu uma multidisciplinaridade que deve ser estimulada cada vez mais, principalmente em cursos profissionais, e por esse motivo os alunos foram estimulados a estenderem o conhecimento adquirido na Geometria Descritiva na disciplina de Desenho Assistido por Computador.

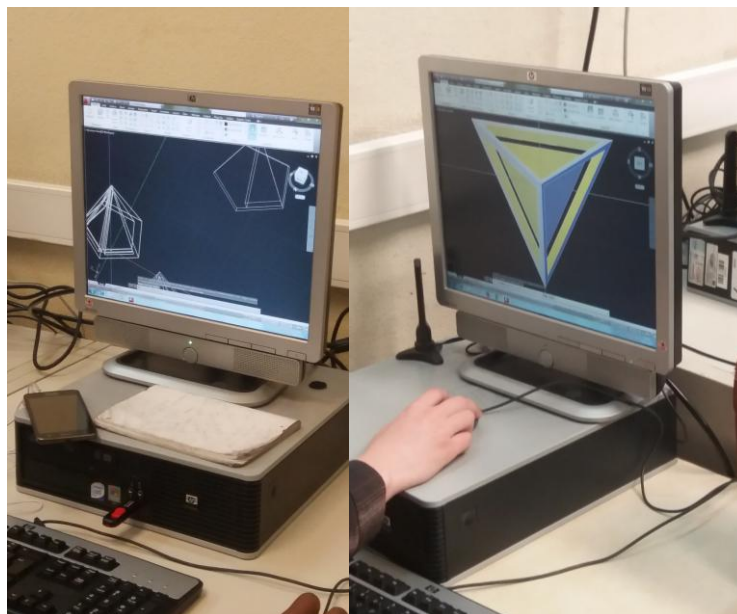


Figura 52 e Figura 53 - Representam diferentes formas que os alunos desenvolveram para desenharem os objetos tridimensionais.

A educação passa muito pela cooperação entre as disciplinas, essa vertente interdisciplinar envolve os alunos num só projeto para determinado fim o que, em contexto profissional, vai acontecer com maior frequência.

Quanto à multidisciplinaridade é um englobar de experiências de várias disciplinas, com metas diferentes mas com o mesmo fim, o que envolve mais a comunidade escolar.



Figura 54 - Intervenção na sala de Desenho assistido por computador (fonte própria).

6.8 Planificação

Conteúdos	Objetivos	Metas a atingir	Tempo (min)
<p>2. Secções</p> <p>2.1. Secções em sólidos (pirâmides, cones, paralelepípedos retângulos, prismas, cilindros) por planos</p> <p>– horizontal, frontal e de perfil</p> <p>2.2. Secções em sólidos (pirâmides, cones, paralelepípedos retângulos, prismas, cilindros) com base(s) horizontal(ais), frontal(ais) ou de perfil por planos projetantes</p> <p>2.3. Truncagem</p>	<p>Determinar secções / truncagem de sólidos.</p> <p>Pirâmide de base horizontal / frontal – plano secante horizontal / frontal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e visualizar no espaço; • Aplicar os processos construtivos da representação; • Reconhecer a normalização referente ao desenho; • Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados; • Representação de figuras geométricas planas e de sólidos. 	90
	<p>Determinar secções / truncagem de sólidos.</p> <p>Prismas de bases horizontais / frontais – plano secante horizontal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e visualizar no espaço; • Aplicar os processos construtivos da representação; • Reconhecer a normalização referente ao desenho; • Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados; • Representação de figuras geométricas planas e de sólidos. 	90
	<p>Determinar secções / truncagem de sólidos.</p> <p>Exercício prático da avaliação – pirâmide de base de topo – plano secante frontal (truncagem).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e visualizar no espaço; • Aplicar os processos construtivos da representação; • Reconhecer a normalização referente ao desenho; • Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados; • Representação de figuras geométricas planas e de sólidos. 	90
	<p>Determinar secção de sólidos.</p> <p>Prisma de bases verticais – plano secante frontal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e visualizar no espaço; • Aplicar os processos construtivos da representação; • Reconhecer a normalização referente ao desenho; • Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados; • Representação de figuras geométricas planas e de sólidos. 	90
	<p>Determinar secções / truncagem de sólidos.</p> <p>Pirâmide de base horizontal – plano secante topo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e visualizar no espaço; • Aplicar os processos construtivos da representação; • Reconhecer a normalização referente ao desenho; • Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados; • Representação de figuras geométricas planas e de sólidos. 	90
	<p>Determinar secções / truncagem de sólidos.</p> <p>Exercício prático da avaliação – prisma de bases frontais – plano secante vertical (truncagem).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Percepção e visualizar no espaço; • Aplicar os processos construtivos da representação; • Reconhecer a normalização referente ao desenho; • Utilizar os instrumentos de desenho e executar os traçados; • Representação de figuras geométricas planas e de sólidos. 	90

Tabela 11 - Planificação das 12 aulas (fonte própria)

7. Avaliação

A avaliação tem como principal objetivo apreciar o crescimento do aluno ao longo do ano letivo. “A avaliação é um mecanismo fundamental, regulador da melhoria da aprendizagem.” (Veiga, 2000, p.16)

A abordagem mais usual é focada na aprendizagem individual, centra-se essencialmente nos parâmetros a alcançar, desenvolvendo de forma linear o planeamento, a ação e a avaliação, que integram o processo individual de aprendizagem. Para que o sucesso seja alcançado é essencial que o professor conheça e ajude a superar as dificuldades dos alunos, recorrendo a material didático para proporcionar uma experimentação e manipulação que conduza a uma aprendizagem pela descoberta.



Figura 55 - Participação dos alunos em sala de aula (fonte própria).

A participação voluntária dos alunos é sempre o mais indicado, deve ter consciência que a participação na aula é valorizada. A avaliação é baseada em momentos de exposição teórica e outros de exercícios práticos, assim poderá ser realizada a avaliação através de fichas de trabalho e testes, integram os parâmetros de avaliação sumativa, pois esta avaliação deve ser fruto de diversas fontes.

7.1 Critérios de avaliação

Os critérios de avaliação são a base para a avaliação, devem ser respeitados para obter uma avaliação justa e equitativa, pois permitem ao aluno um conhecimento prévio dos parâmetros em que vão ser avaliados.

Assim, cria um sentido de responsabilidade ao aluno, que o professor vai ter em conta no seu trabalho, funciona como um meio de comunicação tanto entre professor/aluno mas também com os encarregados de educação.

Estes documentos estão disponíveis no site do agrupamento de forma a serem acessíveis a todos. Serão portadores de uma enorme transparência de objetivos e direcionados à disciplina, e devem “indicar com clareza os actos que os alunos devem executar quando se encontram em situação de aprendizagem e, por outro lado, as características que o produto final dessa aprendizagem deve apresentar”, conforme documento publicado pelo Ministério da Educação, (ME Setembro de 2001).

Compreensão/ Interpretação / aplicação dos objetivos propostos	
Compreensão / Interpretação/ Aplicação	Pontos
Muito Boa	128
Boa	102
Alguma	76
Dificuldade	50
Muita dificuldade	24
	0

Compreensão/ Interpretação / aplicação dos objetivos propostos	
Expressão/ comunicação/ criatividade	Pontos
Muito Boa	24
Boa	19
Alguma	14
Dificuldade	9
Muita dificuldade	4
	0

Compreensão/ Interpretação / aplicação dos objetivos propostos	
Organização e método de trabalho	Pontos
Muito Boa	24
Boa	19
Alguma	14
Dificuldade	9
Muita dificuldade	4
	0

Compreensão/ Interpretação / aplicação dos objetivos propostos	
Domínio de técnicas de execução	Pontos
Muito Boa	24
Boa	19
Alguma	14
Dificuldade	9
Muita dificuldade	4
	0

Tabela 12 - Critérios de avaliação do grupo 600 na ESAC (fonte: documento referente aos critérios de avaliação).

Os critérios de avaliação da disciplina devem ser explícitos para todos terem a perceção de qual o objetivo daquela tarefa, posteriormente e porque as diretrizes exteriores à sala de aula são muito explícitas e exigem a avaliação normativa

baseada em testes de aferição de conhecimentos adquiridos para a preparação do exame nacional, não sendo para os alunos dos cursos profissionais obrigatório, mas apenas para os alunos que pretendam continuar os seus estudos no ensino superior.

7.2 Avaliação do trabalho desenvolvido

A avaliação de cada módulo é dividida por vários parâmetros de avaliação, assim os alunos têm mais possibilidades de obter uma boa classificação.

Existe uma avaliação aula a aula mas acaba por ser refletida nos trabalhos práticos da disciplina de Geometria Descritiva. Neste módulo não foi exceção, assim os alunos tiveram que realizar 2 testes sumativos e 6 trabalhos práticos.

Observando a tabela abaixo

Avaliação	Trabalho Prático nº3	Trabalho Prático nº4
1	16,4	10,2
2	5,6	0
3	17,0	0
4	19,5	19,5
5	11,8	7,1
6	13,3	15,4
7	9,2	14,4
8	0	0,8
9	15,4	19,0
10	16,4	7,6
11	19,5	20,0
12	15,4	11,8
13	12,8	18,0
14	11,3	17,0
15	5,6	4,1
16	20,0	20,0
Média	13,9	13,2

Tabela 13 - Avaliação dos trabalhos práticos (fonte própria).

A intervenção foi nos trabalhos práticos 3 e 4. Na generalidade, os alunos obtiveram nota positiva, no trabalho prático 3, onde apenas três alunos obtiveram nota inferior a 9,5 valores (0/20), os restantes doze alunos tiveram notas positivas sendo que uma aluna teve 20 valores e outros dois alunos tiveram 19,5 valores seguido por mais dois alunos em que um teve 19 valores e o outro 18 valores. Assim, a média desceu devido às notas negativas muito baixas.

No trabalho prático 4, o exercício proposto era mais complexo, logo existiu, uma diferença relativa de resultados porque aumentaram para 4 negativas, mas as notas mais altas também aumentaram para os dois alunos que obtiveram a classificação de 20 valores e outro aluno obteve a classificação de 19,5 valores.

Constatou-se uma crescente evolução ao nível da compreensão de conteúdos, no domínio da matéria e da capacidade de encadeamento do pensamento abstrato essencial para esta disciplina. A visualização no espaço foi estimulada através da visualização dos modelos 3D, responsável pelo aumento da motivação na resolução do exercício no papel.

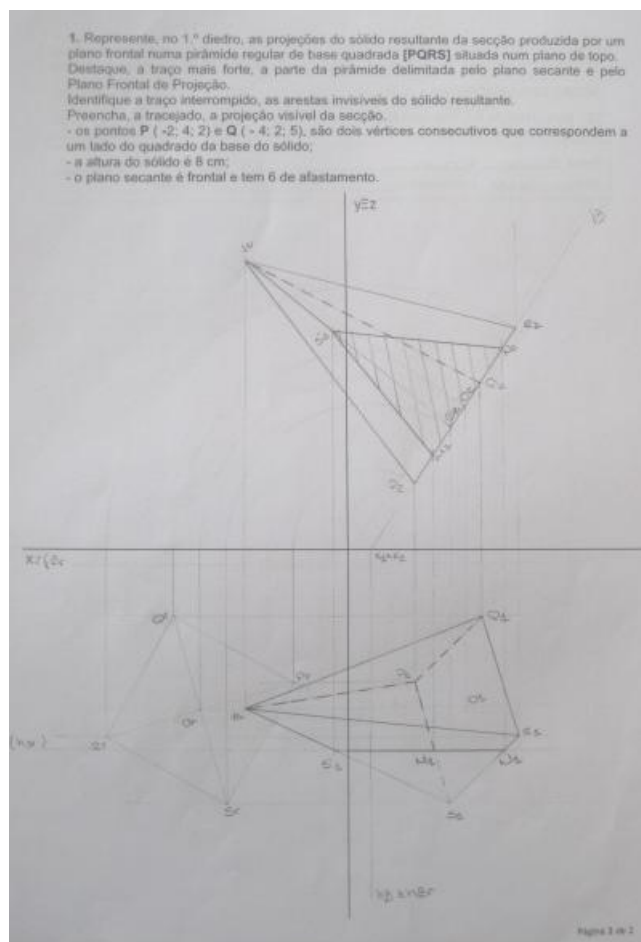


Figura 56 - Exercício Prático n.º 3 realizado pela aluna S (fonte própria).

Os exercícios foram todos avaliados segundo os critérios de avaliação do grupo 600 e como o grau de dificuldade foi aumentando, no segundo trabalho as classificações desceram, mas na generalidade, sem grande significado.

De uma maneira geral os alunos adquiriram os conhecimentos implícitos na leção deste módulo, adquiriram os métodos e os processos para realizar os exercícios o que resultou de um acompanhamento em grupo e individualizado dos alunos.

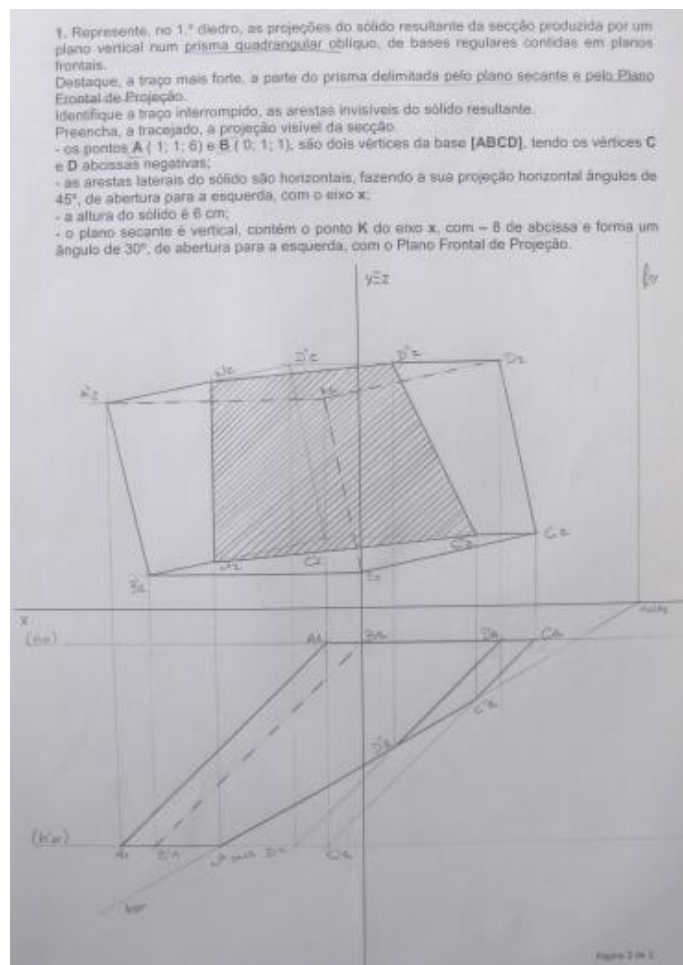


Figura 57 - Exercício prático n.º4 realizado pela aluna D (fonte Própria).

Nesta turma verificou-se uma grande discrepância de ritmos, os quais derivam de alguns fatores internos e externos, tais como falta de atenção e dificuldades de aprendizagem.

Apesar dos esforços envidados, existe ainda muito a alterar, como sendo algum desinteresse por parte dos alunos que faltam às aulas onde são realizados os trabalhos práticos, e embora existindo algumas disparidades de valores, na maioria os alunos subiram a sua nota.

Foram fatores menos favoráveis à utilização das novas tecnologias, a inexistência de um local próprio para projetar pois o que existe foi improvisado pelo professor. Apesar da sala ter uma excelente exposição solar, esta característica só acabou por dificultar a projeção de imagens.

Podemos concluir que os alunos melhoraram as suas classificações ao longo destes dois anos letivos, mas como são classificados módulo a módulo existe uma grande taxa de retenções, pois os alunos têm que ser aprovados a todos os módulos de todas as disciplinas, tendo ainda que realizar 600 horas em contexto de trabalho (estágio) e fazer uma Prova de Aptidão Pedagógica (PAP).

7.3 Questionários

Os dados foram recolhidos através de um questionário realizado em sala de aula no último dia de aulas.

Este questionário tem como objetivo dar voz aos alunos e perceber o que se pode melhorar na aplicação deste projeto. Foram inquiridos apenas 12 alunos, os quais participaram ativamente neste projeto.

“O objetivo do inquérito é obter informações que possam ser analisadas, extrair modelos de análise e fazer comparações.” Bell, 1993

Foi colocada a seguinte questão “ Na realização do módulo 6, secções de sólidos, conseguiste compreender o método para realizar os exercícios?”. A grande maioria dos alunos respondeu afirmativamente, havendo os que concordaram totalmente. Esta questão tinha como objetivo perceber se os alunos entenderam o que lhes foi explicado durante as aulas de secções, concluindo-se que estes se sentiram capazes de realizar as tarefas propostas.

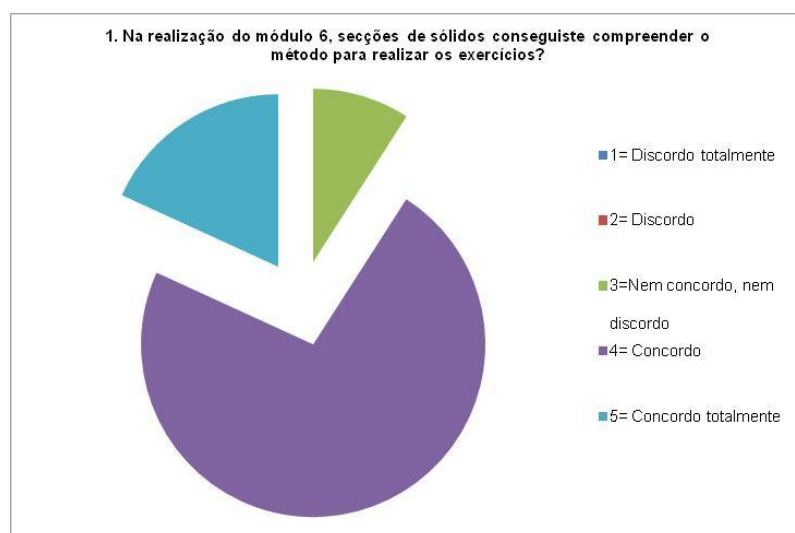


Figura 58 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 1 do questionário (fonte: própria).

Ao ser questionado aos alunos se “foi útil o exercício estar a ser projetado em suporte digital?”, a maioria responde que concorda ou concorda totalmente, mas

existiu, da parte de alguns alunos, uma resistência ao mudar de hábitos na sala de aula o que provocou este resultado. De qualquer modo, ainda que os alunos em questão tivessem atingido os objetivos, o que aconteceu devido ao processo evolutivo de cada um, os adolescentes, quando são questionados, nem sempre aceitam a mudança como algo positivo.

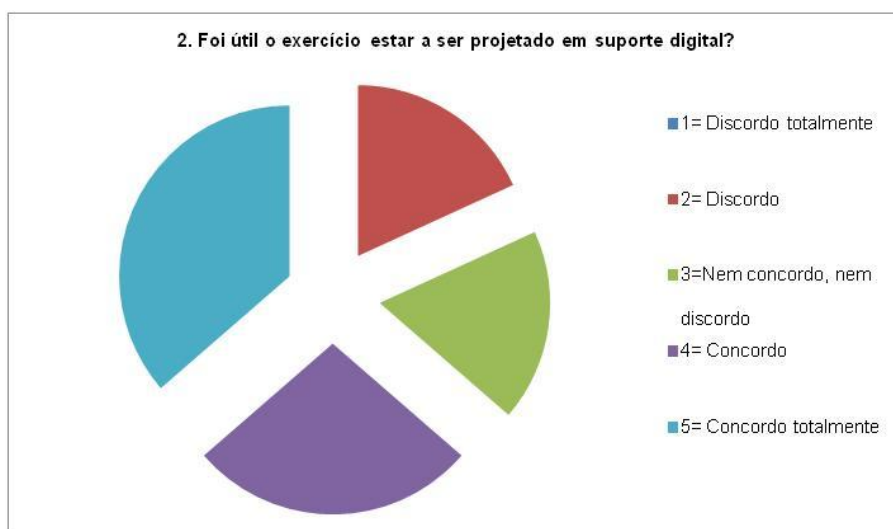


Figura 59 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 2 do questionário (fonte: própria).

Para a maioria dos alunos, “os recursos utilizados em contexto de sala de aula foram claros e objetivos”, assim podemos concluir que os alunos reconheceram que os recursos foram um método diferente para a apresentação das aulas e que contribuíram para o melhor entendimento da matéria.

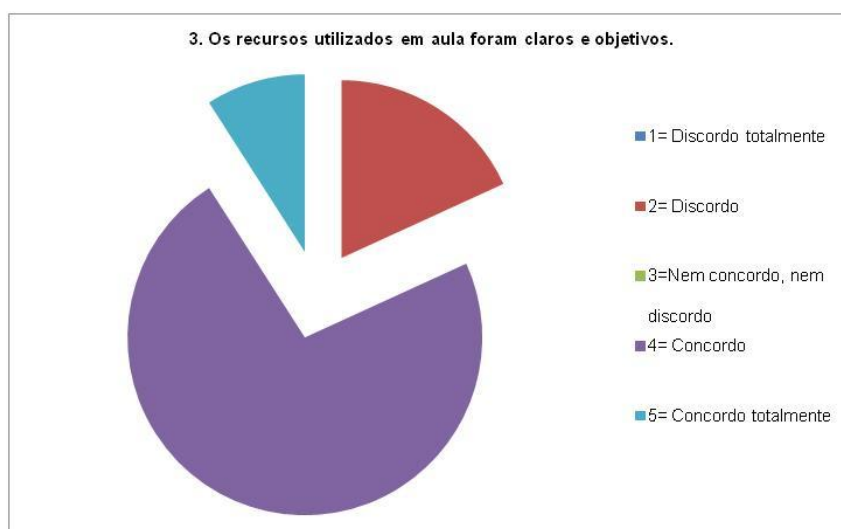


Figura 60 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 3 do questionário (fonte: própria).

Neste ponto, os alunos concordam totalmente que a ajuda individual é uma mais valia para o bom funcionamento das aulas, tanto para o aluno como para o professor pois, não só é possível aos alunos expor as suas dúvidas com maior facilidade, como é mais fácil ao professor aperceber-se das dificuldades de cada aluno.

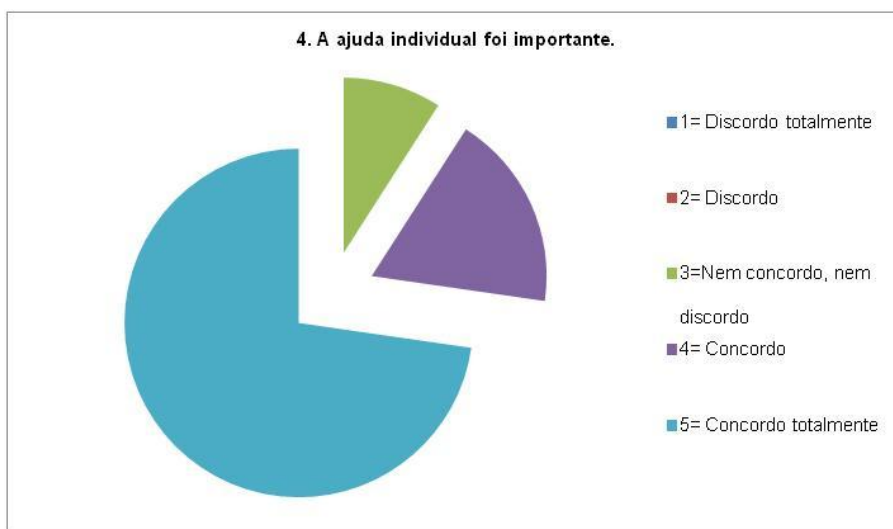


Figura 61 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 4 do questionário (fonte: própria).

A cooperação entre os alunos é um ponto bastante importante. Um bom ambiente na sala de aula é o melhor princípio para que se consiga passar a informação sem ter que gerir conflitos. No início do ano letivo, existiram, com alguma frequência, conflitos que foram muito bem mediados pelo professor cooperante. A existência de dois turnos nas aulas práticas, facilita a convivência entre alunos pois estes estão habituados a conviver com os colegas com quem passam mais tempo juntos.

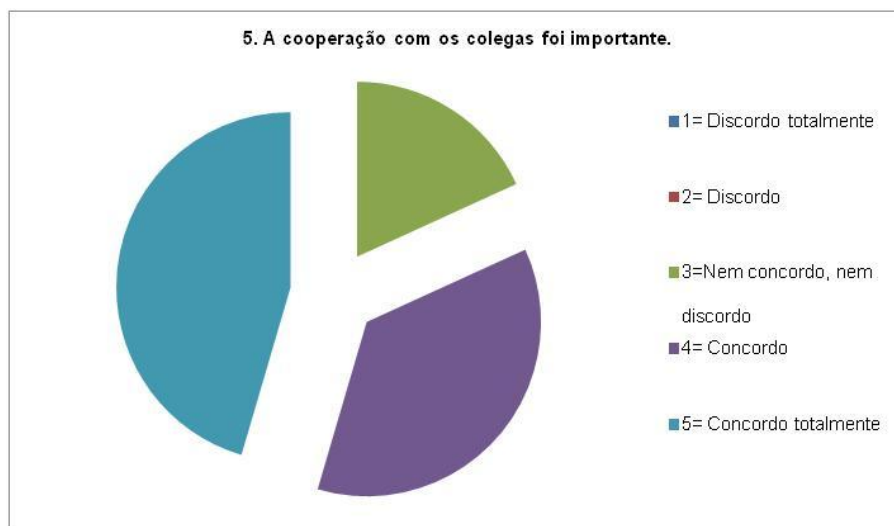


Figura 62 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 5 do questionário (fonte: própria).

No decorrer deste projeto pedimos aos alunos que se ajudassem uns aos outros pelo que muitos quiseram aprender o mais rápido possível para ajudar o colega do lado. A responsabilidade imposta por esta tarefa fez com que os alunos aprendessem e partilhassem o seu conhecimento. Assim a partilha torna os alunos mais comunicativos entre si.

Os alunos realizaram todos os exercícios propostos neste projeto, pela professora estagiária, sentindo neste âmbito, a responsabilidade de a ajudar na conclusão do mesmo. Como, na aula, os alunos iam sendo todos acompanhados, sentiam-se obrigados a realizar os exercícios da melhor forma possível.

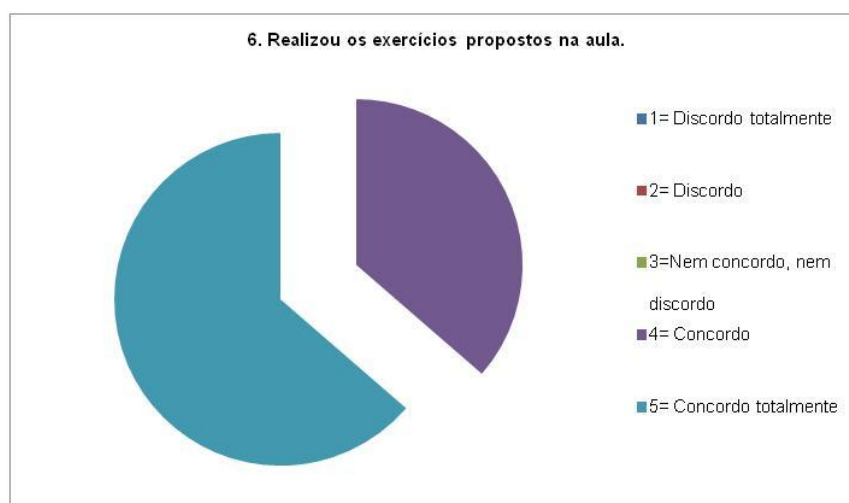


Figura 63 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 6 do questionário (fonte: própria).

A Geometria é uma disciplina controversa pois os alunos ou percebem ou então têm muitas dificuldades facto que, nesta turma, não é excepção. Porém, como o

inquérito foi realizado no final do ano letivo, os alunos que responderam são os que conseguiram fazer o último módulo da disciplina. A interação que o professor cooperante conseguiu estabelecer nesta turma, levou a que este a tornasse numa turma onde muitos alunos conseguiram realizar a maior parte dos módulos.

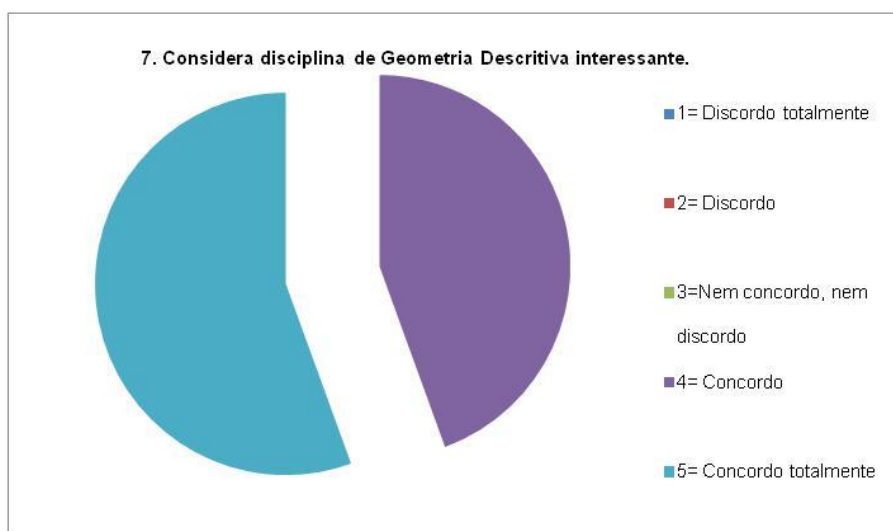


Figura 64 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º7 do questionário (fonte: própria).

No que concerne à questão relativa ao sucesso da professora quanto à motivação dos alunos para um melhor entendimento da matéria lecionada, todos os alunos foram unânimes referindo que foi feito um esforço para que as aulas fossem diferentes e todos aprendessem a matéria dada.

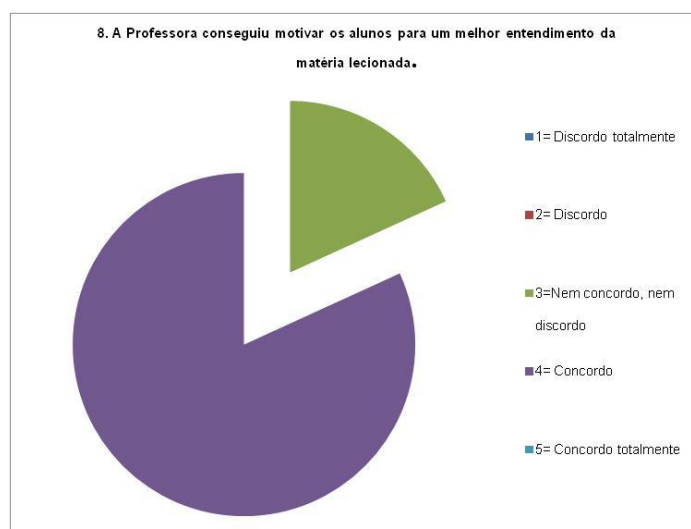


Figura 65 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 8 do questionário (fonte: própria).

Quando os alunos são questionados sobre se gostam de frequentar o 12º ano do curso profissional, a maioria concorda totalmente, pois os alunos conseguem ter bases no Design, o que num futuro pode ser explorado de outras formas. O curso profissional fornece bases para irem diretamente para o mercado de trabalho.

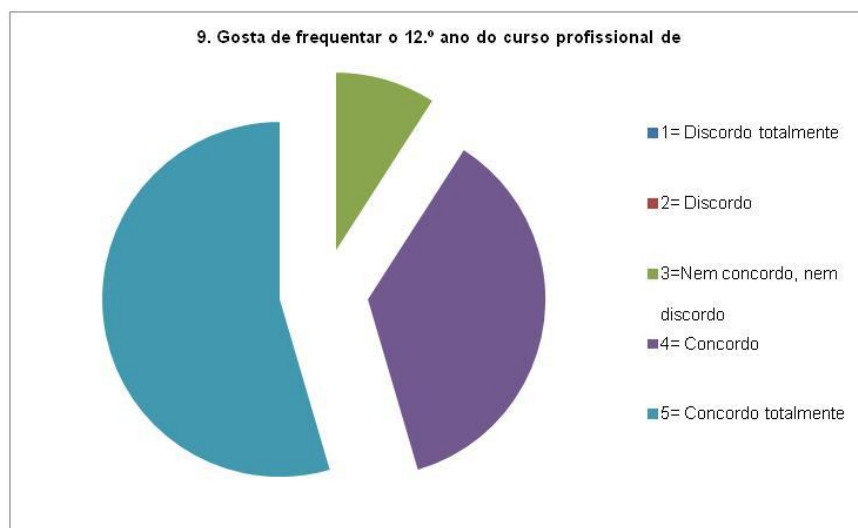


Figura 66 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 9 do questionário (fonte: própria).

Questionados sobre se pretendem continuar a estudar, deteta-se que a realidade socioeconomica limita muitos alunos, sendo que a maior parte das raparigas estão a pensar continuar a estudar, enquanto a maior parte dos rapazes não. Alguns alunos pretendem deixar de estudar aos 23 anos, altura em que poderão candidatar-se ao ensino superior sem realizar exames nacionais, fazendo a prova que é destinada a alunos desta idade.

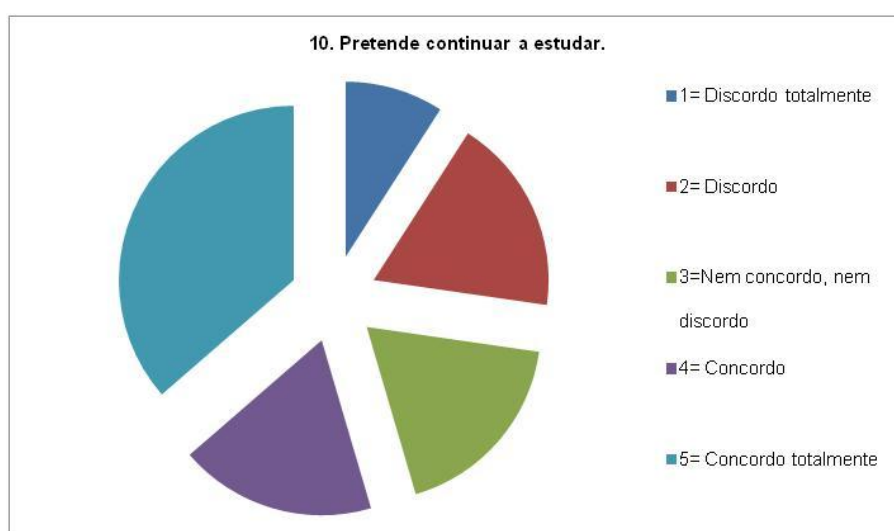


Figura 67 - Resultado das respostas da turma à pergunta n.º 10 do questionário (fonte: própria).

No ultimo parâmetro do questionário, foi colocado um espaço de opinião onde os alunos deram pareceres positivos como “gostei muito de os exercícios serem projetados (em etapas) porque esclarece muitas dúvidas e até para os menos experientes foi útil”, “o que achei mais positivo nestas aulas foi os exercícios estarem a ser projetados por etapas e explicando cada etapa”, “gostei do facto das aulas serem dadas em suporte digital, mas como estou habituada ao contrário foi complicado habituar-me, mas parece-me um bom método, também gostei do apoio que foi dado nas aulas, ter 2 professores na sala com maneiras diferentes de abordar a matéria é interessante e torna-se mais fácil porque se não entendermos a forma de ensinar de um podemos entender a do outro”, “gostei da sua ajuda durante as aulas. Quando perguntava alguma coisa conseguia responder e ajudar-me. Desejo-lhe sorte no futuro”. Nas sugestões para melhorar um dos alunos escreveu: “a única coisa que acho que precisa de melhorar é o tom de voz e falar um bocadinho mais alto, mais de resto, está tudo bem”, tenho que concordar com o aluno, posso melhorar este aspeto. Um dos alunos refere que não gostou que as aulas tivessem sido em formato digital, no entanto, deu notas positivas às questões anteriores.

8. Conclusão

8.1 Considerações

Este relatório resulta da implementação de um conjunto de perspetivas metodológicas que podem facilitar o ensino e aprendizagem dos alunos e um crescimento ao nível do desempenho profissional como professor. No aperfeiçoamento da prática como docente, na preparação de planificações das aulas e sucessivas adaptações ao ambiente de sala de aula, foi possível concluir que este processo não deve ser fechado mas sim aberto a mudanças de modo a melhorar as estratégias e os materiais utilizados nas aulas, assegurando as características específicas de cada turma.

Considerando as necessidades dos alunos foi necessário definir uma abordagem positiva com o objetivo de estabelecer um método de trabalho baseado na confiança entre professor/aluno, criando um ambiente propício ao ensino e aprendizagem dos alunos, valorizando o desenvolvimento pessoal, fomentando uma aprendizagem positiva, e inculcando a ideia de superação de um caminho longo com o objetivo de ultrapassar as dificuldades.

É de salientar o trabalho cooperativo realizado entre o professor cooperante e a professora estagiária, que funcionou como um suporte para a objetividade e a clareza dos meios didáticos apresentados na sala de aula.

Relativamente aos materiais didáticos, estes funcionaram como base do exercício demonstrando em 3D, que tinha como objetivo a realização de uma construção bidimensional, aspeto relevante na medida em que foi possível estimular o pensamento criativo e a visualização no espaço, que para maioria dos alunos representa uma das maiores dificuldades.

Quanto à escolha dos suportes digitais, estes assumiram-se como uma base para o desenvolvimento da aula, onde os alunos foram fazendo passo a passo o exercício, desenvolvendo-o consoante o ritmo da turma, considerando a possibilidade de revisão do processo, para consolidação da matéria. A realização deste trabalho, exigiu um aperfeiçoamento dos conhecimentos da Geometria, bem como do domínio da utilização de *software* de representação gráfica e de modelação 3D, assim como o desenvolvimento do espírito crítico e reflexivo para a exposição da matéria em sala de aula.

Todo este processo desenvolvido pela experimentação, potencializou uma nova abordagem à Geometria, que é agora vista pelos alunos como uma disciplina

interessante e potenciadora de novas abordagens na resolução de problemas e na produção de objetos. Foi ainda, numa fase posterior, realizado em parceria com o docente da disciplina de Desenho Assistido por Computador, um trabalho cooperativo e interdisciplinar de desenho em *AutoCad* tendo como base os sólidos estudados neste projeto.

O Curso Profissional de Design de Equipamento tem como objetivo principal que os alunos do referido Curso atinjam um conjunto de competências profissionais que visam a integração dos alunos no meio profissional, criando aproximações do contexto escolar com o contexto laboral através de métodos cooperativos e colaborativos.

8.2 Reflexões finais

A abordagem ao ensino-aprendizagem com base na planificação para a organização do tempo e dos conteúdos a lecionar, a utilização de diferentes metodologias e a consequente avaliação, abriu caminho para refletir e tirar algumas conclusões futuras.

A planificação destas aulas foram a base do desenvolvimento deste projeto, pois quando se organiza de forma clara, sucinta e estruturada as aulas, a articulação entre os conteúdos e os objetivos a lecionar vão orientar o professor nas competências a desenvolver pelos alunos, através de estratégias adequadas.

A relação entre o processo de ensino e a avaliação tem que ser coerente, de forma objetiva para que todos saibam como e o que está a ser avaliado.

A preparação de materiais e recursos didáticos auxiliares tem um papel fundamental na exposição e compreensão das matérias lecionadas, uma vez que irão assumir um papel facilitador. Considerando também uma diversificação quanto à utilização de recursos didáticos, foi possível concluir que a aprendizagem acabou por se revelar mais assertiva, evitando repetições desnecessárias e motivando os alunos para a aprendizagem.

No decorrer do ano letivo, e principalmente no módulo 6, as aulas foram se adaptando ao ritmo e às características específicas da turma. No formato de cada uma das aulas existiu sempre uma pequena introdução, que incluía uma recapitulação da matéria dada anteriormente, bem como a apresentação dos materiais didáticos desenvolvidos através da impressão 3D, o que permitiu não só assegurar uma revisão/consolidação dos conteúdos já transmitidos, como também manter o nível de interesse dos alunos. Após esta parte inicial, iniciava-se a aula propriamente dita, onde era dado aos alunos o enunciado do exercício,

apresentado de uma forma bastante simplificada (apenas por tópicos), concentrando a compreensão espacial, de forma que o aluno pudesse compreender de um modo mais racional e intuitivo as etapas dos problemas apresentados passo a passo.

Confirmou-se que os alunos conseguem ter uma melhor percepção do exercício após a visualização do material didático auxiliar no ensino da disciplina de Geometria Descritiva, particularmente das secções em sólidos geométricos, matéria que facilmente se consegue visualizar no espaço.

Confirmou-se também que os alunos conseguem mais facilmente desenvolver a representação em Dupla Projeção Ortogonal após terem contato com o material didático, mas também foi possível concluir que o suporte digital do exercício, funcionou como facilitador, na medida em que houve disponibilidade para um acompanhamento mais próximo e individualizado aos alunos.

Concretamente em relação aos exercícios desenvolvidos no módulo 6, constatou-se, de uma forma geral, que os alunos assimilaram a matéria dada e conseguiram desenvolver os exercícios práticos de avaliação, embora no início tenha havido alguma resistência, particularmente em relação à mudança de método de transmissão dos conteúdos. De realçar que ao escolher o desenho digital como forma de comunicar em sala de aula, este revelou ser muito bem aceite, dado que esta é uma linguagem muito próxima desta geração de adolescentes.

O balanço das aprendizagens no final do módulo foi positivo, a maior parte dos alunos teve nota positiva, tanto nas fichas de trabalho como posteriormente na ficha de avaliação.

No que respeita à relação professor/aluno é de salientar que a mesma foi bastante saudável, pois houve sempre uma grande empatia não só devido ao facto de já terem sido alunos do professor cooperante, mas também porque este que acabou por fazer uma boa integração/acolhimento do mestrando, resultando num ambiente estimulante e cativante, provocando a participação de todos e a disponibilidade de espaços de esclarecimento de dúvidas (dentro e fora da aula).

8.3 Futuros desenvolvimentos

Considerando que a implementação deste projeto teve um impacto positivo na evolução da aprendizagem, particularmente no uso de materiais didáticos específicos e adaptados, para cada um dos exercícios das aulas de Geometria, foi possível entender que estes modelos assumiram um papel facilitador para a compreensão destes conteúdos. Desta forma, poderíamos considerar, num futuro

próximo, o alargamento destes materiais para todo o currículo da disciplina de Geometria Descritiva.

Esta ideia de construir materiais didáticos, realizado através da impressão 3D, para o ensino também poderia ser desenvolvido numa versão comercial, uma vez que não existe nada parecido, e quem sabe até desenvolver jogos didáticos para jovens que queiram aprender Geometria Descritiva de um modo fácil e com um cariz interativo.

Ainda no campo da investigação, a realização deste projeto mostrou-se desafiante, mas de certa forma incompleta, o que nos leva a refletir sobre futuros desenvolvimentos. Na esperança de ainda existir um longo caminho a percorrer, este relatório permitiu adquirir algumas ferramentas essenciais no que corresponde à evolução profissional e pessoal.

Bibliografia

- Abreu, Manuel Viegas (2002). *Cinco Ensaios sobre a Motivação*, 2ª Edição, Almedina, Coimbra.
- Alarcão, I. (1996). *Formação reflexiva de professores – estratégias de supervisão*. Porto: Editora Porto.
- Alarcão, I. (1997). *Contribuição da didáctica para a formação de professores – reflexões sobre o ensino*. In S. G. Pimenta (Org.), *Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal*. (p. 159-190), Cortez Editora, São Paulo.
- Alves, M. P. (2004). *Currículo e Avaliação*. Porto Editora, Porto.
- Alves, M.P. & De Ketele, J.M. (2011). *Do Currículo à Avaliação, da Avaliação ao Currículo*. Porto Editora, Porto.
- Araújo, J.B. & Chardwich, O.C. (2011), *Aprender e Ensinar*, Editora Global, São Paulo.
- Azevedo, Joaquim (2015), *Ensino profissional em Portugal, 1989-2014: os primeiros vinte e cinco anos de uma viagem que trouxe o ensino profissional da periferia para o centro das políticas educativas*, Edições Asa, Porto.
- Barbier, J. (1993). *Elaboração De Projectos de Acção e Planificação*, Porto Editora, Porto.
- Barbosa, A. (2005). *A imagem no ensino da arte*. São Paulo: Editora Perspectiva.
- Baldissera, A. (s. d.). *A geometria trabalhada a partir da construção de figuras e sólidos geométricos*.
- Barness, Ken (2014). História da impressão 3D do site <https://allaxess.com/news/odd-guitars-aims-make-music-3d-printing-technology/> consultado a 20 Abril 2017.
- Barrett, Maurice (1979). *Educação em Arte*, Editorial Presença, Lisboa.
- Bell, Judith (1993). *Como Realizar um projeto de investigação*, Gradiva, Viseu.
- Bennis, Warren & Burt Manaes (1985). *Leaders: The Strategie of talking charge*.
- Boruchovitch, E. (2009). *A motivação do aluno* (4.ª ed.), Editora Vozes, Rio de Janeiro.
- Costa, Laurindo (1925). *A Evolução do Ensino Profissional (séculos XVIII a XX)* Memória apresentada ao 1º Congresso de Ourivesaria Portuguesa, Imprensa Nacional, Porto.
- Carrilho, A. R. (1992). *Desenvolvimento Curricular*, Texto Editora, Lisboa.
- Carneiro, R. (2001). *Fundamentos da Educação e da Aprendizagem*, Fundação

Manuel Leão, Vila Nova de Gaia.

Coutinho, João (2005). *Geometria A*, ano 2, Edições Asa, Porto.

Covell, Katherine, Justin K. Mcneil and R. Brian Howe, *Reducing Teacher Burnout by Increasing Student Engagement: A Children's Rights Approach* Children's Rights Centre, Cape Breton University, Sydney, Nova Scotia, Canada.

Dembo, M.H. (1988). *Applying educational psychology in the classroom* (3 ed.), Longman, New York.

Portugal, Direção-Geral de Educação (2012). *Educação para a Cidadania – linhas orientadoras*, Lisboa.

Delors, J. (1996). *Educação: Um tesouro a descobrir*, Asa Editores, Porto.

Escola Secundária Adelaide Cabette retirado do site <http://www.es-odivelas.pt> em 17 Fevereiro 2016

Ecycle, site <http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37/738-pla-o-plastico-compostavel.html> consultado a 2 Maio de 2017.

Gagné, E.D., Yekovich, C.W., & Yekovich, F.R. (1993) *The cognitive psychology of school learning*. Harper Collins, New York.

Galeman, Daniel (1995). *Inteligência Emocional*, Temas e Debates, Gravia: Editora, Lisboa.

Garcia, C.M. (1999). *Formação de Professores. Para uma mudança educativa*, Porto Editora, Porto.

Gaspar, M. I. & Roldão. M. C. (2007). *Elementos do Desenvolvimento Curricular*, UA, Lisboa.

Gonçalves, L. (1982). *Geometria 1*, 2.^a edição, Empresa Litográfica Fluminense, Lisboa.

Freitas, M. T. A., Vygotsky e Bakhtin (1994). *Psicologia e Educação: Um Intertexto*, 1.^a edição ATICA, p. 168, São Paulo.

Hargreaves, A. (2004). *O ensino na sociedade do conhecimento. A educação na era da insegurança*, Porto Editora, Porto.

Harris, Ana Lúcia N. C. (2005). *Material didático no ensino do desenho hoje*. In: International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, 6; Simposio Nacional de Geometria e Desenho Técnico, 17. Grafica 2005, Recife, v. 1. p. 1-10.

Hausner, Robert (1999). *Geometria descritiva*. Barcelona: Editorial Labor.

Jasnosz M. e Le Blanc M. (2000). *Abandono escolar na adolescência – Factores comuns e trajetórias múltiplas*, 1997 in Revista Portuguesa de Pedagogia nº 34 (1,2 e 3).

Lousada, Isabel (2010). *Adelaide Cabette*, Comissão para Cidadania e Igualdade de

género, Presidência do conselho de Ministros consultado no site https://run.unl.pt/bitstream/10362/5089/1/Adelaide%20Cabete_Miolo.pdf em 16 de Fevereiro de 2016.

Medina, Antônia da Silva (1995). *Supervisão Escolar: da ação exercida à ação repensada*, EDIPUCRS, Porto Alegre.

Michel, Sandra (19--). *Gestão das motivações*, Coleção Diagonal, Porto.

Moraes, Simões (1982). *Desenho Básico*, 1º volume, Desenho de construções, Porto Editora, Porto.

Morgado, F.; ALMEIDA, P. (1996). *Ambiente Interactivo para o Ensino da Geometria Descritiva*. Dissertação de Mestrado, IST.

Moreira, M. A (1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.

Müller, Maria João (2008). *Preparação para o Exame Nacional 2009, Geometria Descritiva A (Ano 2)*, Porto Editora, Porto.

Odivelas, Agrupamento de Escolas nº4 de, Projeto Educativo no site <http://ag4-odivelas.pt/>, consultado a 17 de Fevereiro de 2016.

Odivelas, Agrupamento de Escolas nº4 de, Projeto Educativo no site <http://ag4-odivelas.pt/> retirado a 17 de Fevereiro de 2016.

Odivelas, Câmara Municipal de, História do concelho, no site <http://www.cm-odivelas.pt>, consultado a 21 Fevereiro de 2016

Papalia, Diane E., Sally Wendkos Olds, Ruth Duskin Feldman, (2001). *O mundo da criança*, 11ª Edição, Mcgraw-Hill.

Pacheco, J. A. (1996). *Currículo: Teoria e praxis*, Porto Editora, Porto.

Palaré, O. (2013). *Geometria Descritiva História e Didática - novas perspectivas*. Tese de Doutoramento apresentada à Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas Artes de Lisboa.

Pinto, J. & Santos, L. (2006). *Modelos de avaliação das aprendizagens*, Universidade Aberta, Lisboa.

Roldão, M. (2008). *Gestão do currículo e avaliação de competências – As questões dos professores*, 5ª Edição, Editorial Presença, Lisboa.

Roldão, M. (2011). *Um Currículo de Currículos*, Edições Cosmos, Chamusca.

Roldão, M. (2009). *Estratégias de Ensino*, Fundação Manuel Leão, Vila Nova de Gaia.

Santana, S. & Gomes, B. (1984). *Desenho e Geometria Descritiva – 10º Ano*, Porto Editora, Porto.

Santa-Rita, José (2008). *Geometria Descritiva A*, bloco 2, Texto Editora, Lisboa.

- Santos, M. E. B. (2011). *Educação para a Cidadania - Proposta Curricular para os Ensinos Básico e Secundário*, DGE, Lisboa.
- Santos Filho, José Camilo dos (2002). *Projeto educativo da escola: fundamentação, Conceito e níveis de concreção*, p. 1245, São Paulo.
- Tapia, A (1997). *Motivar para el aprendizaje. Teorias y Estrategias*, Barcelona.
- Tyler, R. W. (1950). *Basic principles of curriculum development*, Illinois: University of Chicago Press, Chicago.
- Vários, *Objetivos Estratégicos e Recomendações para o Plano de Acção e Educação e de formação para a Cidadania* no site <http://www.igualdade.gov.pt/images/stories/mdn/documentos/forumeducacaocidadania.pdf> consultado a 4 de Abril de 2017.
- Vernon, M. D. (1973), *Motivação Humana – A força interna que emerge, regula e sustenta todas as nossas ações*, Editora Vozes Ltda, Petrópolis, Rio de Janeiro.
- Vieira, R. M. & Vieira, C. (2005). *Estratégias de Ensino /Aprendizagem*, Instituto Piaget, Lisboa.
- Vieira, J. V. (2005). *O ensino da geometria descritiva para alunos surdos apoiado em um ambiente hipermídia de aprendizagem - visual GD. Tese de Doutoramento em Engenharia de Produção* apresentada na Universidade Federal de Santa Catarina.
- Xavier, J. P.; Rebelo, J. A. (2001). *Programa de Geometria Descritiva B*, Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, Lisboa.

Anexos